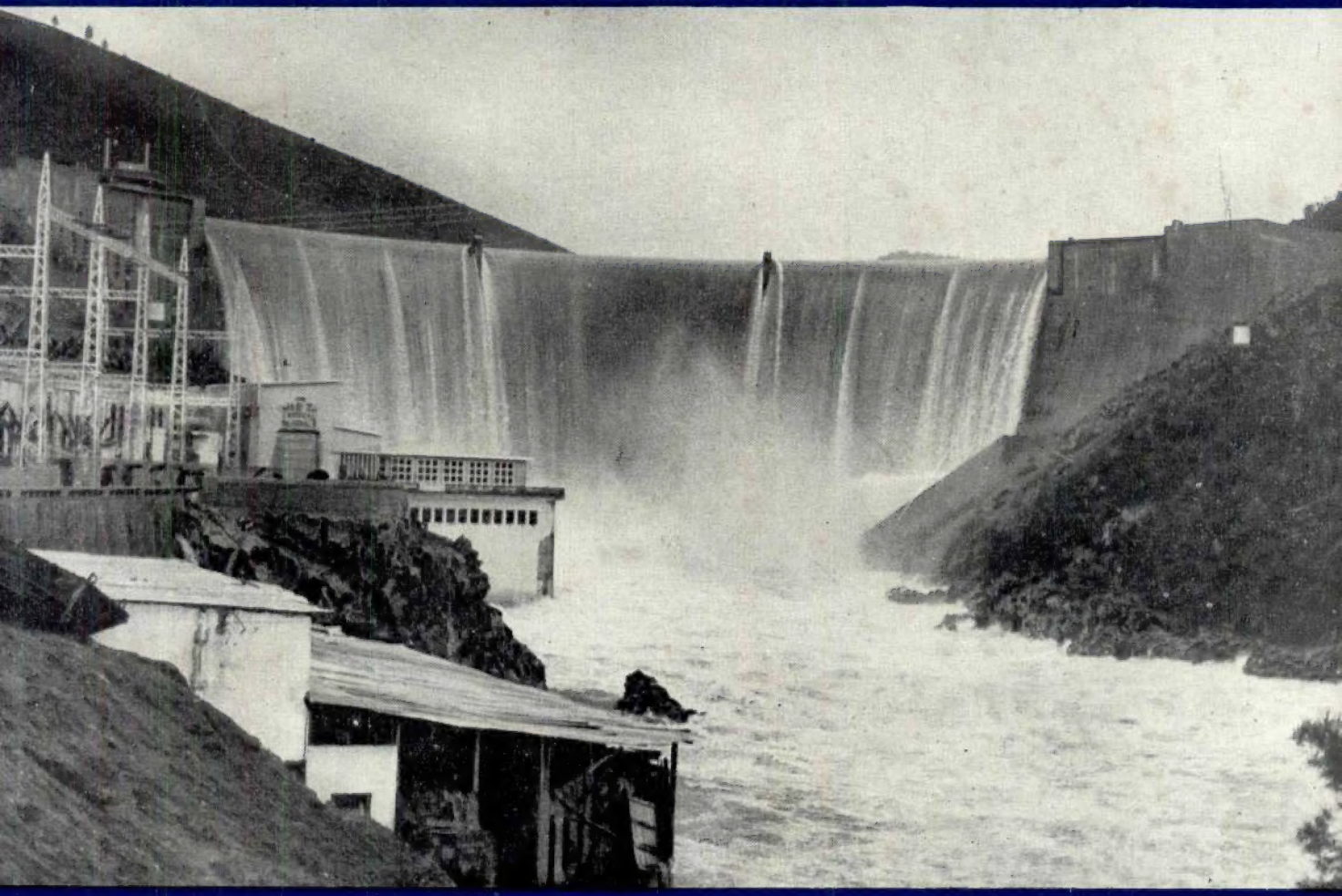
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 291 – ABRIL – 1959

CIMENTO SECIL

Fábrica:

Outão – Setúbal

Telef. 028824/5

Escritório:

R. do Comércio, 56-3.º

LISBOA 2

Telef. 28201/2/3

Desde o
Distrito de **VIANA DO CASTELO**
ao de **LEIRIA** e nos Distritos
de **SETÚBAL** e **EVORA** as

FÁBRICAS
CIDADES
VILAS e
ALDEIAS portuguesas

são abastecidas de

ELECTRICIDADE

para

FORÇA MOTRIZ E TODOS OS USOS INDUSTRIAIS, LUZ, ETC., a TARIFAS MUITO VANTAJOSAS e com as maiores facilidades,

pela

UNIÃO ELECTRICA PORTUGUESA

e produzidas nas CENTRAIS:

Thérmica do FREIXO	22.000 CV
Hidráulica do LINDOSO.....	100.000 CV
Thérmica da CACHOFARRA...	14.000 CV

Os Escritórios da UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA são:

NO PORTO Rua Duque de Loulé, 148
EM LISBOA Rua Rosa Araújo, 35

MARS-LUMOGRAPH

Lembre-se das cópias heliográficas!

Se a cópia demonstra impecável nitidez, depende do material de desenho utilizado no original.

Em todo o mundo os engenheiros e arquitectos apreciam no material moderno de desenho MARS-LUMOGRAPH ao lado das suas múltiplas vantagens, especialmente a sua propriedade heliográfica Nós temos ao dispor o material de desenho MARS-LUMOGRAPH em 19 graduações como minas, lapiseiras e lápis de desenho. As lapiseiras de desenho MARS-LUMOGRAPH já famosas fornecem-se com afia-minas próprio situado no botão de pressão.

STAEDTLER

PAPELARIA FERNANDES
S. A. R. L.
Rua do Ouro, 145/149 Largo do Rato, 13
LISBOA

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXXIV - N.º 291 Abril de 1959

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR
JOSÉ J. DELGADO DOMINGOS

ADMINISTRADOR
ALEXANDRE CERVEIRA

SECRETARIO
JORGE GONÇALVES CALADO

REDACTORES
ALBERTO ANTÓNIO JUSTINIANO
ANTÓNIO FALCÃO
JOSÉ MANUEL TEIXEIRA DOS SANTOS
JOSÉ FERNANDO PINHARANDA
JOSÉ LUÍS CÂNCIO MARTINS
VÍTOR GRAVETO

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Espanha	—	55$00	100$00
Estrangeiro	—	80$00	110$00

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.DA
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Passagem de uma cheia sobre a Barragem da Bouçã

Págs.

Os cinquenta anos do Instituto
Pelo Prof. A. Herculano de Carvalho 409

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** . . . . . 414 e 444

Duques de Alba
Pelo Eng.º Fernando Vasco Costa 415

Novo método de dosagem do molibdénio
Por Fraústo da Silva e Legrand de Moura 437

Ensaios em modelos e observação da barragem da Bouçã
Pelos Eng.os Manuel Rocha, J. Laginha Serafim, A. F. da Silveira e Maria Emília Campos e Matos 445

Ocorrência de minérios de urânio no Complexo xisto-grauváquico das Beiras—Senhora das Fontes (Pinhel)
Pelos Eng.os Carlos P. Lobato e Carlos N. Ferrão 467

Elementos de Química-Física — (Lições excepcionalmente integradas no curso de Siderurgia)
Por Henrique Estácio Marques 479

Biblioteca 483

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A — Pág.

Agência Geral de Material Eléctrico, Ltd.ª VII
A. Gestener XXXIX
Anhydro XXXI
António Pacheco Agostinho XXVIII
Atlantic — Fábrica Lusitana de Tintas e Vernizes, Limitada XXXVI

C

Cekop XXVI
Centrozap XXIII
Ceresite XL
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . XIV
Companhia Cimento «Tejo» XII
Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos XI
Companhia Portuguesa dos Petróleos B P XXXIV
Companhia União Fabril. XVIII
Construções Técnicas, Ltd.ª X
C. Santos, Ltd.ª . . . . . VI e XXXIII

E

Edmond Dardel II
Electro-Arco, Ltd.ª XXVIII
Elektrim XXIX
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª XIX
Empresa Electro Cerâmica XIV
Empresa de Fundações Capblanch, Lda. XXVIII
Empresa Nacional de Aparelhagem Eléctrica XXIV
Empresa de Produtos Asfálticos. . . XXXVII
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos XIII
Eng.º Augusto Cavaco XL

F

Fábrica Portugal XLI
Facto, Lda. XXXII
Fanafel XXX
Feira das Indústrias Britânicas . . . XXX

H

Harker Sumner & C.ª, Ltd. XLIII
Henriques & Castro, Ltd.ª X

I — Pág.

IST XXXIX

J

Jayme da Costa, Lda XXV

L

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XV

M

Mabor XLIII
MAN XXII
Máquinas de Precisão, Ltd.ª XXXVIII
Monteiro Gomes, Ltd.ª . . . . VIII e XLII

P

Papelaria Fernandes . . 2.ª da capa e XXVII
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª III

S

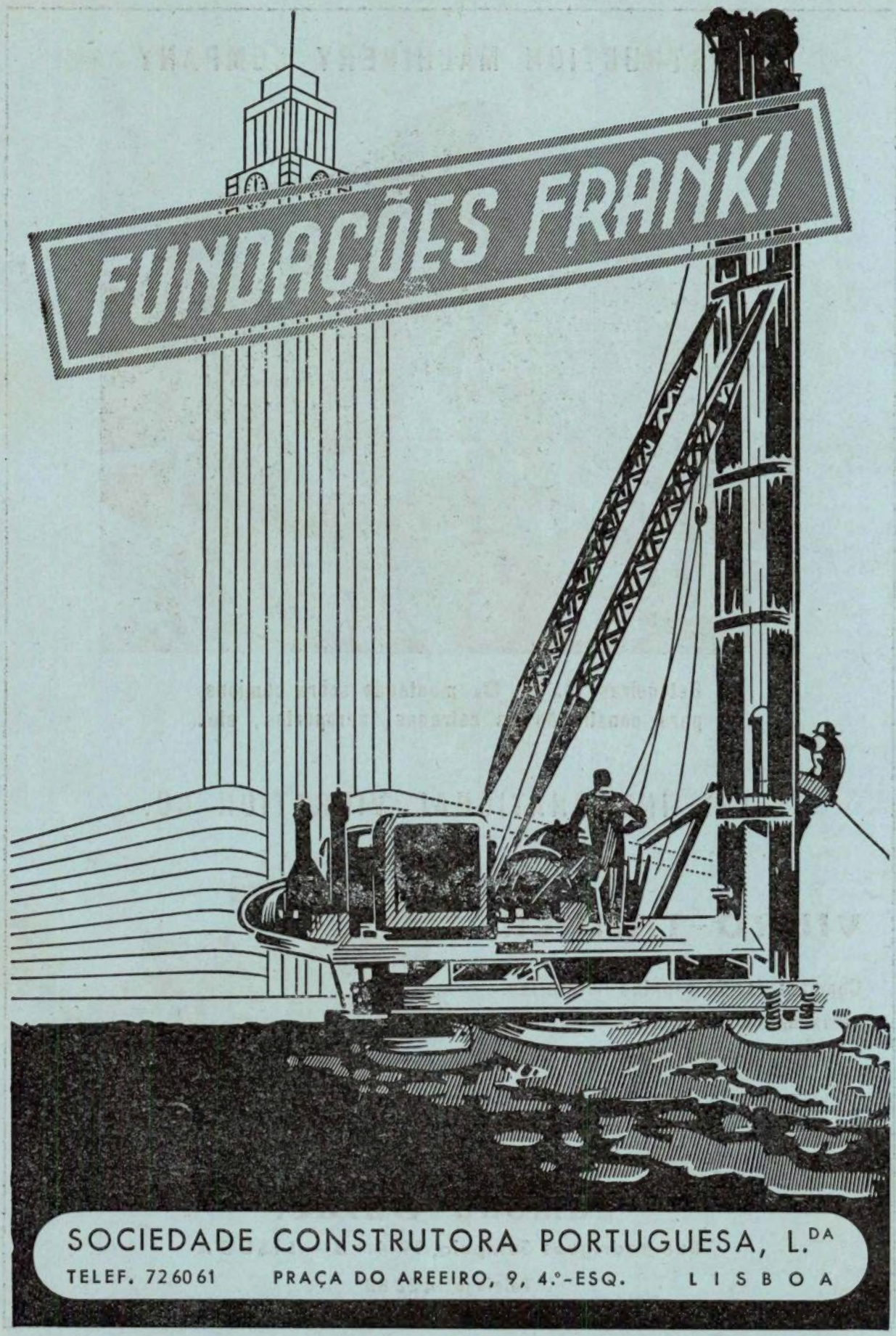
S. E. Moniz da Maia & Vaz Guedes, L.da XVII
SMEIA IV
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Sociedade de Construções Amadeu Gaudêncio XXXV
Sociedade de Electricidade Brown Boveri . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Fabril de Matérias Plásticas XX
Sociedade Industrial Metalúrgica . XL
Sociedade Michaelis de Vasconcellos XVI
Sociedade Portuguesa Cavan XXXVII
Socotel V
Somec XII
Sondagens Ródio, Ltd.ª XLIII
Standard Eléctrica IX

U

União Eléctrica Portuguesa . . . . . 2.ª da capa

W

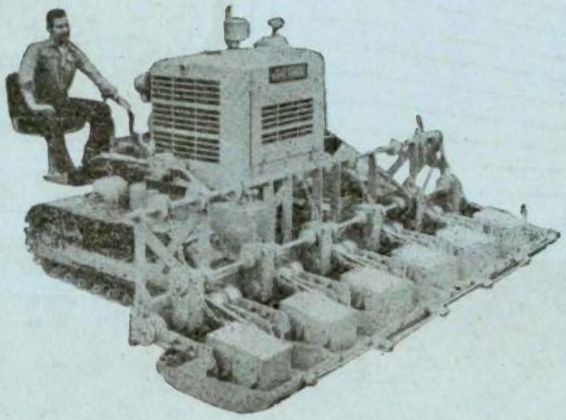
Wild Portugal, Lda. XXI


FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 726061
PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ.
LISBOA

CONSTRUCTION MACHINERY COMPANY

Betoneiras C. M. C. montadas sobre camions, para construção de estradas, aeroportos, etc.

THE INTERNATIONAL VIBRATION CO.



VIBRO-TAMPER

Compactador de sapatas vibratórias. Máxima compactação num mínimo de tempo

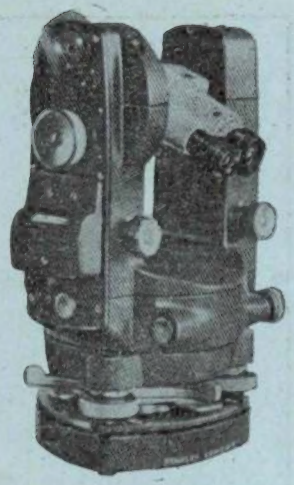
Agente exclusivo:

Edmond Dardel

Rua Rodrigues Sampaio, 19-4.º B — LISBOA

Telefone 42289

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA —

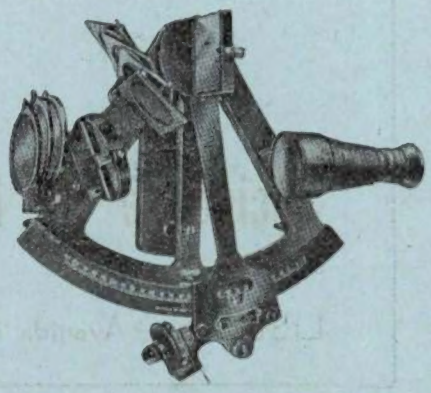


GRANDE SORTIDO
DE INSTRUMENTOS DE
PRECISÃO, CIENTÍFICOS
E INDUSTRIAIS

PARA

- ENGENHEIROS
- ARQUITECTOS
- CONSTRUTORES
- TOPÓGRAFOS
- DESENHADORES
- LABORATÓRIOS
- ESCOLAS
- OFICINAS

RUA DAS PORTAS DE SANTO ANTÃO, 75
LISBOA
TELEF.: 24314 • TELEG.: TECNA



SCANWO

CILINDROS PARA ESTRADAS
EQUIPADOS COM MOTOR DIESEL
BOLINDER

PARA ENTREGA IMEDIATA

SCANWO MODELO OTIL

luminação eléctrica, escarificador, regadores e raspadeiras

MOTOR BOLINDER

	OTIL	TITON	TOLEX
Peso (Ton.)	8 a 12	12 a 14	12 a 16
Kg/cm	24 a 76	32 a 79	40 a 81
Km/hora	1.7 a 11 0	1.3 a 8.3	1.2 a 7.7

SMEIA

Sociedade de Mecanização Industrial e Agrícola

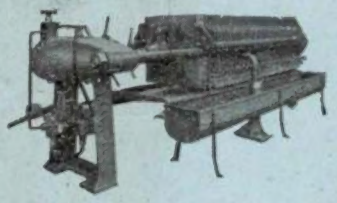
S. A. R. L.

LISBOA — Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8-B — Telef. 72 40 53

Instalação de destilação

Comandos de agitadores

Estufa de vazio



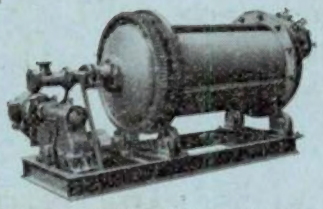
Filtro-prensa de chassis

De Roll

Máquinas para as indústrias de produtos químicos, alimentares e cerâmicos

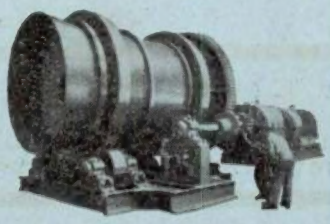
Representantes em Portugal:
Socotel, Lda.
Rua de Sá da Bandeira, 651-4°. Esq.
Porto - Telef. 27013

Bomba de diafragma



Cilindro misturador esmaltado

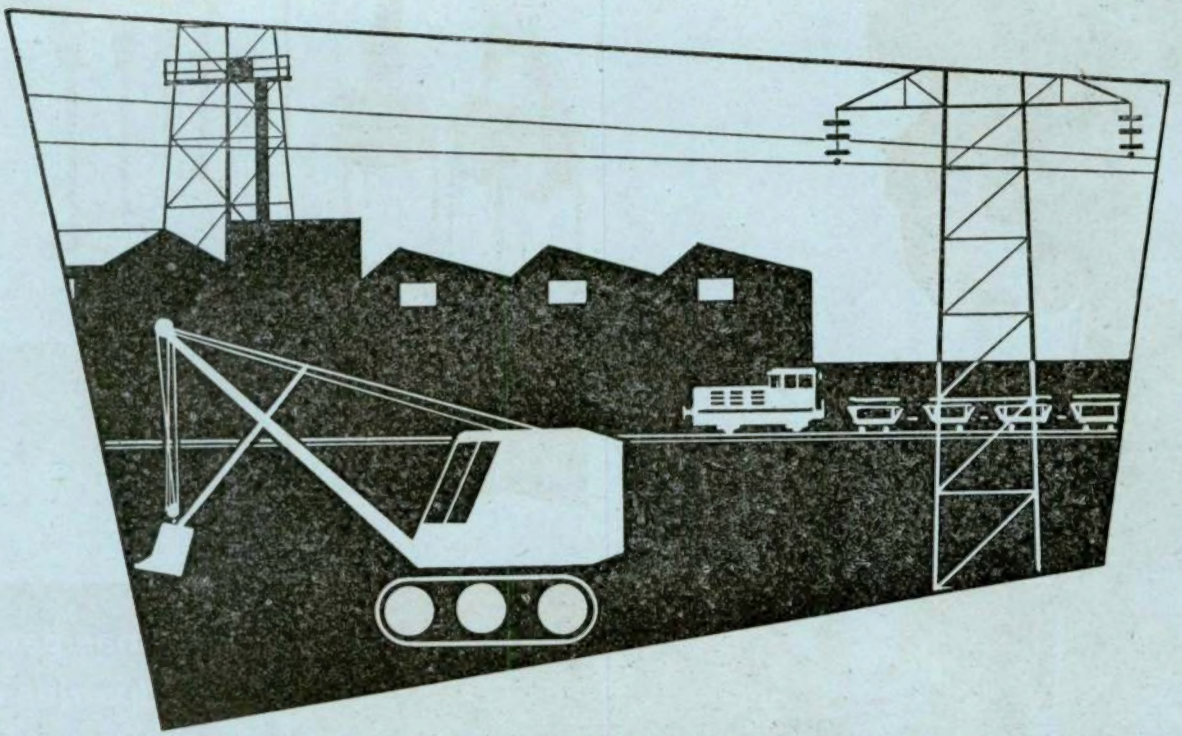
Crivo vibratório duplo com 400 mm de ∅



Cilindro misturador

Válvula de diafragma em borracha

Société des Usines de Louis de Roll S.A. Fábricas de Klus, Klus (Suíça)



MERCEDES-BENZ

MOTORES INDUSTRIAIS DIESEL

MOTORES PARA TODAS AS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS
FAMOSOS EM TODO O MUNDO PELA SUA GRANDE ROBUSTÊS, ECONOMIA
DE CONSUMO E FACILIDADE DE MANUTENÇÃO
MODELOS DESDE 15 A 2.500 H. P.

EM ARMAZÉM:

MODELO M B 841 B	25 H. P. — 1.000 R. P. M.
MODELO M 202 B	55 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 203 B	90 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 204 B	120 H. P. — 1.200 R. P. M.

OUTROS MODELOS PARA ENTREGA MUITO RÁPIDA

MOTORES A 4 TEMPOS - ARREFECIMENTO POR ÁGUA
ARRANQUE A AR COMPRIMIDO OU ELÉCTRICO

REPRESENTANTES C. SANTOS LDA. — DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

29, AV. DA LIBERDADE, 41 — LISBOA
160, R. DE S.TA CATARINA, 168 — PORTO

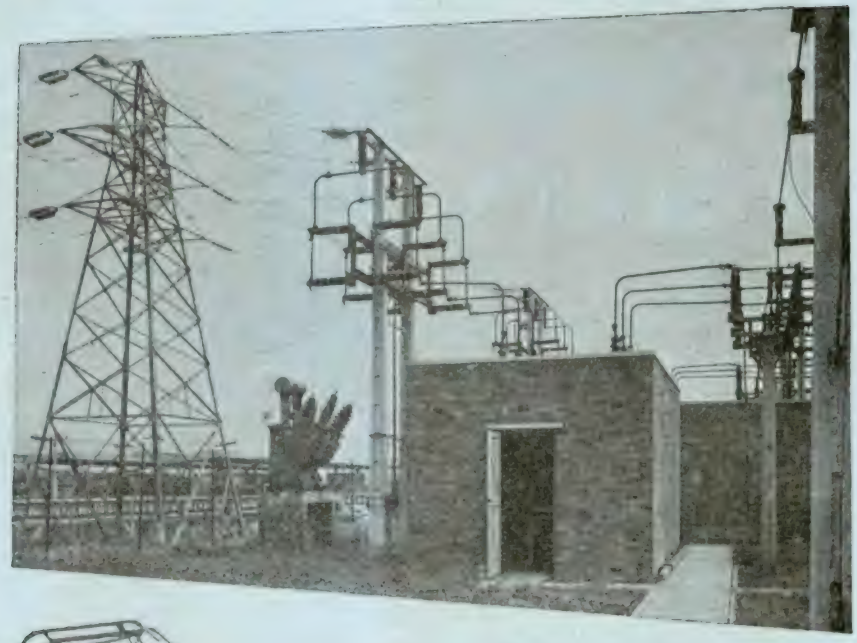
DELEGADOS

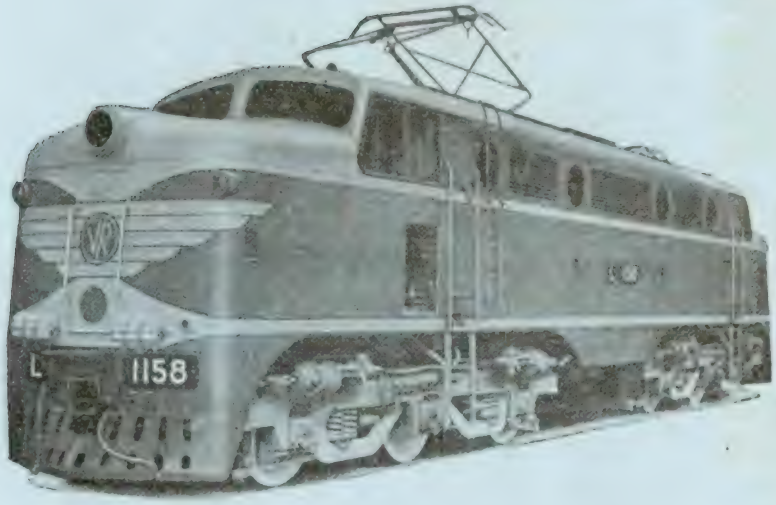
AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos INDUSTRIAIS, 4, 1.º (às Côrtes) // LISBOA // Telefs. 66 06 92 - 66 60 82 - 66 06 04

Electrificação de caminhos de ferro

Desde a subestação...





...à locomotiva

'ENGLISH ELECTRIC'

THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LIMITED, QUEENS HOUSE, KINGSWAY, LONDON, W. C. 2

AGENTES EXCLUSIVOS PARA PORTUGAL E ANGOLA:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

Rua Cascais, 47 — LISBOA

Standard Electrica S.A.R.L.

Associada da

INTERNATIONAL TELEPHONE AND TELEGRAPH CORPORATION

DE NOVA YORK

TELECOMUNICAÇÕES

ELECTRÓNICA

AV. DA INDIA — LISBOA

CEMPEXO

tinta hidrófuga e petrificante à base de cimento

A tinta que dura

Pintura ideal para paredes de prédios e outras estruturas.

Cores atraentes, fixas e duradouras.

Usa-se sôbre rebocos, tijolos, betão, fibrocemento, pedra natural, etc.

DANSK CEMENT CENTRAL

DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL

HENRIQUES & CASTRO, *Lda.*

AVENIDA CONDE DE VALBOM, 96 **LISBOA**

TELEF. 77 50 57 - 77 50 58

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, L.DA

PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13, 3.º

LISBOA

Telefs. 2 2344 / 2 7809

Máquina "BENOTO" executando estacas de 1 m de diâmetro e 60 m de comprimento, nas fundações do viaduto de Sacavém, na auto-estrada do Vale do Tejo

Fundações

Construções Civis e Industriais

Betão Armado e Betão Pré-esforçado

Obras Públicas

Concessionária do sistema de moldes deslizantes «PROMETO» e do sistema para execução de estacas de grande diâmetro «BENOTO»

COMPANHIA PORTUGUESA DE FORNOS ELÉCTRICOS

PRODUTORA DE

FERRO GUSA

FERRO LIGAS

FERRO-MANGANÊS

SÍLICO-MANGANÊS

FERRO-SILÍCIOS

15 % - 25 % - 45 % - 75 % - 90 %

CARBONETO DE CÁLCIO

CIANAMIDA CÁLCICA

PASTA PARA ELÉCTRODOS

E EM MONTAGEM

GRAFITE

FÁBRICAS
CANAS DE SENHORIM
Telefone 67222

SEDE
Largo de S. Carlos, 4-2.º — LISBOA
Telefones 25343-29608-368989

Sociedade Metropolitana e Colonial de Construções, L.da

SOMEC

R. Andrade Corvo, 29, 1.º — Lisboa Telefone 59169/70

Sondagens
Fundações
Betão armado
Trabalhos marítimos
Túneis

no Continente e Ultramar

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

Fábrica com quatro linhas de fabrico

sendo uma delas das mais modernas da Europa

Para obras hidráulicas e de responsabilidade preferir o

CIMENTO TEJO

Companhia «Cimento Tejo»

Rua da Vitória, 88-2.º — Telef. 28953 — LISBOA

RCA
Por cerca de 60 mil escudos poderá ter o seu circuito de televisão
TELEVISÃO EM CIRCUITO FECHADO • TELEVISÃO COMERCIAL • EMISSORES E RECEPTORES PROFISSIONAIS
TELECTRA
EMPRESA TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS, S.A.R.L.
CAPITAL ESC. 8 000 000$00
SEDE: R. RODRIGO DA FONSECA, 103 - LISBOA — Telef. 68 60 72
Filial no PORTO: Rua dos Clérigos, 64 - 2.º — Telefone 2 48 19

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 2 0464 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA — S. A. R. L.

Candal — Gaia

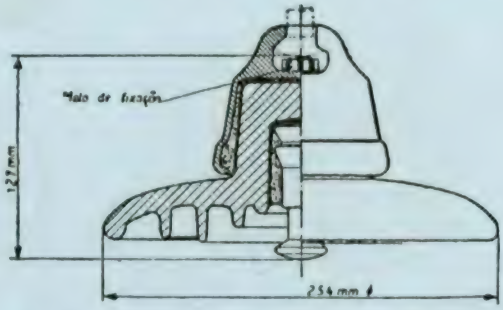
ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos

Peso aproximado: 4,5 kg cada elemento



Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Sede — Largo Barão de Quintela, 3 — LISBOA

LEACOCK (LISBOA). L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.

Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.

Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.

Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.

Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.

Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulâs, luxímetros, expositores para fotografias.

Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT

Contadores de água, de vapor e de óleo.

Tubos Venturi

Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.

Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.

Luz fluorescente.

Rotor dum alternador de 40.000 kVA
para a Central de Kraftwerk
Handeck II (Suiça)

Ateliers de Construction Oerlikon
ZURICH 50 (Suiça)

Representante para Portugal
e Ultramar:

Sociedade Michaëlis de Vasconcellos, L.da

PORTO
Praça da Liberdade, 114
(Edifício de "A Nacional")
LISBOA
Av. Marquês de Tomar, 94

TÉCNICA

DIRECTOR: JOSÉ J. DELGADO DOMINGOS
ADMINISTRADOR: ALEXANDRE CERVEIRA
SECRETÁRIO: JORGE GONÇALVES CALADO

Ano XXXIV - N.º 291 Abril de 1959

C. D. U. 378.962 (469.411.16) «1911/1961»

OS CINQUENTA ANOS DO INSTITUTO

POR A. HERCULANO DE CARVALHO
Prof. do I. S. T.

Em 1961, isto é, daqui a menos de dois anos, completará o Instituto Superior Técnico meio século de existência e há certamente motivos para não deixarmos passar desapercebida essa data.

Fundado em 1911, o Instituto representou então em Portugal iniciativa ousada, constituindo sob múltiplos aspectos uma inovação quanto a métodos pedagógicos e, especificadamente, quanto ao esquema adoptado no ensino da Engenharia.

Por isso, muito houve que lutar sobretudo nos primeiros anos da vida da Escola e o seu primeiro Director — o Dr. Alfredo Bensaúde, que fora também seu organizador corajoso, ao pedir dez anos depois a exoneração do cargo, se felizmente não saíu vencido, fê-lo em grande parte por cansaço e por prever que a Escola que, com tanta clarividência e dedicação, estruturara e dirigira, não poderia resistir por muito tempo às pressões de várias origens que pretendiam modificar alguns pontos fundamentais da sua orgânica.

Já podemos verificar agora que assim não sucedeu: antes pelo contrário, a experiência do Técnico frutificou e constituiu exemplo seguido, em vários aspectos, por outras Escolas Superiores portuguesas.

É certo que o próprio Instituto se afasta hoje dalguns preceitos defendidos pelo Dr. Bensaúde nas suas «Notas histórico-pedagógicas sobre o Instituto Superior Técnico» mas, com poucas excepções, as alterações sofridas mais tarde já não puderam trazer, com o tempo e a evolução do meio, as consequências nocivas que teriam ao princípio. Outras dessas alterações resultaram mesmo do natural desenvolvimento da experiência, que aconselhava correcções e aperfeiçoamentos, ou foram impostas por novos factores surgidos ulteriormente.

Os actuais alunos do Instituto não podem aperceber-se do que foram esses primeiros anos da sua Escola nem conhecem o que ela representou, como exemplo, dentro do Ensino Superior no nosso País.

Este é o objecto das notas que se seguem. Quanto a certos pormenores da história dos primeiros dez anos, nada melhor para conhecê-los do que a leitura do livro, acima citado, do Dr. Bensaúde.

Note-se que, mesmo depois da sua exoneração, ainda houve que lutar principalmente até ao momento em que outro grande Director do Técnico, o Eng.º Duarte Pacheco soube, também com inteira dedicação, inabalável vontade e com as suas extraordinárias qualidades de realizador, dotá-lo com edifício próprio.

Foi essa, pode pròpriamente dizer-se, a materialização duma obra que, como o previa o Dr. Bensaúde, era essencial à sua consolidação.

Hoje só os professores mais velhos, como o autor destas linhas, se lembram desses tempos heróicos em que os professores do Instituto e os próprios alunos eram apodados de orgulhosos só porque desejavam manter a sua Escola numa posição de autonomia que, se aparecia como insólita em relação à de outros estabelecimentos de ensino, tinha plena justificação numa altura em que o Técnico era uma escola jovem, cuja evolução tinha portanto de ser rápida, carecendo de grande liberdade para poder aperfeiçoar e ampliar os seus métodos e a sua acção.

Indiquemos alguns dos princípios e dos métodos adoptados mais tarde por outras escolas, mas que constituiram novidade entre nós ao serem iniciados no Instituto Superior Técnico.

Comecemos pelo mais importante dos princípios no campo do ensino da Engenharia: a especialização.

As cinco especialidades, professadas no Técnico e na Faculdade de Engenharia, aparecem-nos hoje como um mínimo em face das necessidades da indústria e já claramente se vê a necessidade de subdividir algumas delas. Mas em 1911 e mesmo bastante tempo depois, a inovação trouxe muitos protestos: não faltaram vozes a clamar que se tinha ido longe demais.

Um dos argumentos, que por várias vezes ouvi, era o da nossa indústria não estar em condições de corresponder a esse grau de especialização. O industrial português, dizia-se, não tinha «a tradição do engenheiro»; se já era difícil fazê-lo aceitar nas suas fábricas alguém com um curso superior, seria utopia esperar que ele fosse escolher um universitário com preparação específica apenas num dos ramos de engenharia.

Afinal quem teve razão foi o Dr. Bensaúde. A escola nova que organizou fez o seu dever de se antecipar a um estado de coisas cujo advento todos deviam prever e desejar: um nível mais elevado e progressivo da indústria nacional.

Esta batalha ganhou-se e calaram-se as vozes dos críticos. Agora ainda muito se discute a especialização mas o debate tem sentido mais lato, transcendendo as fronteiras do ensino da Engenharia.

Simplesmente parece que se comete frequentemente um erro contrapondo o especialista ao homem de cultura geral, pois as duas características podem e devem coexistir no mesmo indivíduo.

Mas que seja a própria Escola, que tem por fim essencial o de bem habilitar para uma profissão, a ter de prejudicar este objectivo em atenção à cultura geral, isto não parece aceitável.

No caso duma escola de engenharia onde se professam as ciências-base: matemática, física, química, desde que estas sejam ensinadas com profundidade e extensão adequadas, além da preparação e formação necessárias ao futuro engenheiro, consegue-se simultâneamente conferir-lhe uma cultura no âmbito daquelas ciências. E foi esta outra inovação trazida para Portugal pelo Técnico: um curso de engenheiros de que faziam obrigatòriamente parte, com grande desenvolvimento, aquelas matérias fundamentais.

Actualmente, quer no Instituto Superior Técnico quer na Faculdade de Engenharia, os estudantes ao entrarem nas várias especialidades só não terão uma cultura científica apreciável se não quiserem aproveitar-se do que lhes foi ensinado nas cadeiras chamadas preparatórias. Portanto, um dos aspectos, hoje dominante, da cultura é assim devidamente cuidado.

Quanto às «humanidades», não faltam na época actual ensejos nem meios de cultivá-las: livros, museus, cinema, rádio, teatro, conferências, concertos, exposições . . .

Parece que a tarefa inicial e decisiva cabe aqui ao ensino secundário que, se bem soube cumprir o seu dever, despertou no estudante o desejo inesgotável de ampliar a sua cultura e marcou no seu espírito as linhas mestras que nesse anseio hão-de guiá-lo.

Porque *ter sêde* de cultura é condição necessária e, hoje em dia, condição quase suficiente para se ser homem culto na mais ampla acepção deste termo.

A questão vem apenas a talhe de foice e não é ensejo de citar nem de comentar as definições de cultura, se bem que o tema seja apaixonante.

Vale a pena, no entanto, acrescentar ainda umas palavras sobre o pretenso dilema especialista — homem culto.

Não podemos esquecer as naturais propensões do português e, tendo-as em conta, há que tomar cautela quando se fala em cultura, não se vá entender que se trata de pura erudição ou mesmo só de diletantismo.

Mas outro perigo aparece mais grave, que nos aconselha a sermos comedidos nos nossos ataques à especialização. Que nos Estados Unidos e em outros países onde se atingiu nesse capítulo um grau muito avançado com esquecimento duma simultânea atenção à cultura geral, que, nesses países, haja uma forte reacção no bom sentido, compreende-se e aplaude-se. Mas em Portugal, onde sòmente começámos a entrar no caminho da especialização, caminho onde é forçoso ainda avançar bastante se quisermos sobreviver econòmicamente como nação, não parece prudente insistir nesse protesto. Será como gritar a um sub-alimentado que faz mal comer demais . . .

O que se observa hoje, por toda a parte, é que um técnico é tanto mais útil quanto mais profunda é a sua especialização, o que é perfeitamente compatível com uma vida espiritual completa, tocando todas as facetas do «humano».

Mas, insistindo no nosso tema, também já ninguém hoje discute a necessidade de, em qualquer curso universitário, mesmo que vise especialmente as aplicações, se ensinarem desenvolvidamente as ciências fundamentais, o que permite abordar o estudo das especialidades de maneira lógica e com uma fecundidade que, de dia para dia, se vem revelando mais rica. A tarefa do professor duma cadeira de aplicação torna-se assim mais trabalhosa, mas simultâneamente mais atraente e mais nobre. Já não se trata de enunciar uma série de dados informativos, por vezes sem ligação aparente, mas sim de, uma vez bem definida a natureza dos problemas a resolver, mostrar como os princípios aprendidos na Física e os métodos da Matemática se devem articular nos dados desses problemas, a fim de se obterem as desejadas soluções.

Como complemento indispensável deste estudo teórico e tão importante como ele, vem o ensino prático.

Foi esta outra feição defendida pelo exemplo do nosso Instituto, à qual pouco se atendia em Portugal ao tempo da sua fundação e que se concretizou numa grande intensidade dos trabalhos práticos, oficinais e de estágios na indústria.

Note-se de passagem que, além do seu valor específico para a formação de futuros técnicos, estes meios têm virtudes educativas próprias no ensino, como sejam, nos laboratórios, a iniciação nas tarefas de investigação cujo conteúdo aparece concretizado e, em todos eles, a evidência de que o trabalho manual longe de ser incompatível com a cultura, como o conceito classíco o considerava, completa-a e pode proporcionar ao homem satisfações do mais puro quilate.

Educando a atenção, fazendo apelo à paciência e despertando o engenho, a prática do trabalho manual pelo estudante possui até virtudes sociais que não devem desprezar-se.

Tudo isto são hoje verdades geralmente reconhecidas e que, ao tempo da criação do Técnico, já eram defendidas em Portugal por vários pedagogos. Mas coube a Alfredo Bensaúde o mérito de lhes dar vida, pondo-as em prática na Escola que organizou.

Duas outras novidades, provindas do exemplo do Instituto Superior Técnico, foram a liberdade de frequência das aulas teóricas e a instituição dum exame de admissão para o ingresso na Escola, a primeira estabelecida desde o início e a segunda aparecida alguns anos depois.

Os chamados «cursos livres» constituem questão ainda hoje debatida. Pronuncio-me nìtidamente a seu favor mas admito que o problema se apresente diferentemente em outras Escolas.

Pelo que respeita ao exame de admissão, a princípio tão caluniado, foi ele mais tarde tornado obrigatório para todas as Escolas e Faculdades, apenas com modificação do nome mas conservando a mesma finalidade.

A propósito das inovações de que foi responsável o nosso Instituto, por vezes escandalosas para a época, empreguei eu acima as palavras «luta» e «batalha». Devo esclarecer: tratava-se apenas da defesa das nossas opiniões, defesa firme e insistente, é certo, mas sempre correcta

e dentro da legalidade. Nunca esqueceu o Conselho Escolar que uma Escola Superior tem de dar exemplo de perfeita disciplina e compostura, lutando pela manutenção dos seus pontos de vista na medida em que aquelas não sejam afectadas e evitando firmemente que a força que lhe advém do facto de ter razão seja aproveitada exteriormente para fins estranhos aos puros interesses do ensino que, exclusivamente, há que ter em vista.

A circunstância de terem quase sempre prevalecido as nossas opiniões é exemplo flagrante de que nem a incorrecção nem a rebeldia são necessárias (antes pelo contrário) para se vencer neste campo.

Tive ocasião de observar que alguns princípios que informaram, na sua criação, o Instituto Superior Técnico, foram posteriormente alterados ou porque certos novos factores surgiram ou por simples evolução e aperfeiçoamento.

Um dos factores novos, que é em si próprio um bom sintoma mas que põe tremendos problemas ao ensino, é o do extraordinário aumento de frequência que actualmente se verifica em quase todas as nossas Escolas e especialmente na nossa.

Pode dizer-se que alguns excelentes princípios pedagógicos têm sido submergidos nesta vaga, que cresce de ano para ano.

Assim, o sistema dos três exames de frequência com possível dispensa do exame final funcionou bem nos primeiros anos do Instituto e tem inegáveis virtudes, como o pensava o Dr. Bensaúde ao considerar o feitio próprio do estudante português. Mas era impossível mantê-lo nas circunstâncias actuais.

Na reforma preliminar ùltimamente decretada, tal sistema, aliás já anteriormente modificado a pedido do Instituto, foi abolido e substituído por outro que, quando bem compreendido pelo professor, parece constituir uma boa solução.

Também a mesma reforma diminuiu substancialmente as horas lectivas e, quanto a isto, está nas mãos dos alunos o bem aproveitarem as sãs intenções do legislador.

Os aperfeiçoamentos que esperamos sejam trazidos no complemento desta reforma são formalmente pequenos mas alguns se julgam de importância fundamental. Por exemplo: num outro caso, reduziram-se demasiadamente as horas dos trabalhos de laboratório o que, a persistir, faria perder a estes a eficácia com manifesto prejuízo da sua finalidade num curso de engenharia.

Trata-se certamente duma dificuldade que não pôde ainda vencer-se, pois na reforma publicada e, depois dela, nas notas complementares emanadas da respectiva Direcção Geral, com evidência se afirma e se sublinha a grande importância dos trabalhos práticos.

A partir de certa altura (1931), o Instituto passou a fazer parte da Universidade Técnica onde se agruparam com ele, o Instituto Superior de Agronomia, o Instituto Superior de Ciências Económicas e Financeiras e a Escola Superior de Medicina Veterinária.

Receou o Conselho Escolar, a esse tempo, que isso se traduzisse em séria perda da sua autonomia. Mas o legislador de então, honra lhe seja, soube evitar o escolho, estabelecendo apenas entre as quatro Escolas um laço que só podia enobrecê-las.

Argumenta-se ainda hoje que a Universidade é, por essência, uma só e não faz sentido haver Universidades do tipo A e outras do tipo B.

Tal argumentação parece mais do âmbito da pura geometria que do domínio do real. Simultâneamente se aceita como princípio que a Universidade tem de continuar a obedecer aos cânones tradicionais, o que também parece discutível. A evolução é uma realidade a que todas as instituições humanas têm de obedecer. Que haja, na tradição, directrizes a respeitar sob pena de nos transviarmos, reconhece-se e respeita-se. Mas quanto ao modo de cumpri-las, são felizmente vários os graus de liberdade, mercê dos quais a evolução pode fazer-se de harmonia, em cada caso, com as condições e as finalidades específicas.

Todas reconhecem que nas Universidades se encontra uma das mais altas expressões da vida

dos povos. Mas *Vida* exige precisamente graus de liberdade e, respeitadas as fronteiras que lhe marcam sagrados limites, essa vida leva a inevitável diversificação e não pode cristalizar em formas geométricas.

Vários tipos de escolas superiores são possíveis e igualmente excelentes. A sua existência não será mesmo uma das causas da riqueza cultural de certos povos?

Outro ponto, em cuja insistência se vê certo perigo, consiste na afirmação de que a acção universitária se deve ampliar e deve incluir maior número de objectivos.

Certamente há razões para desejar que assim seja. Mas não será, talvez, exigir demais da Universidade, com risco de prejudicar a sua função principal?

Façamos o possível nós, professores e estudantes, por ir dando satisfação a esses anseios mas não esqueçamos o essencial: bem ensinar e bem aprender, respectivamente.

Por exemplo, a obra educativa pode ser consequência do ensino quando este é feito com consciência; nem sequer exige meios diferentes. Para lá da sua função didática, a acção educadora do professor continua-se com o seu exemplo pessoal, como cientista ou técnico, como profissional e como homem.

O aluno, que será possìvelmente o mestre de ámanhã, é a matéria-prima da obra universitária.

Como o acentuava o Dr. Bensaúde, é principalmente pelos bons estudantes que nela se formaram que uma Escola se acredita. Elevada percentagem dos antigos alunos do Instituto têm sabido honrá-la e a muitos deles deve o País uma boa quota parte das realizações construtivas dos últimos tempos.

Mereceria a pena reunir os seus nomes, constituindo assim a lista de honra do Técnico.

É ainda aos estudantes, passados e presentes, que nós, professores, devemos a feliz realidade duma revista técnico-científica conhecida lá fóra, revista que quase desde o início se publica regularmente, mantendo um elevado nível e que está sempre pronta a acolher os nossos trabalhos e escritos.

Tem o Conselho Escolar atrazado (passe esta crítica, que também me atinge...) a publicação regular dum Boletim da Escola. Isto tem porém uma atenuante simpática: em boa verdade, a «Técnica», sendo publicação da Associação dos Alunos do I.S.T., tem sido também dos professores. Não será isto uma posição genuinamente universitária?

Aos estudantes a devemos e, por mim, sempre me sinto sinceramente grato para com eles. Só lhes desejo que, seguindo o exemplo dos seus antecessores, conservem a sua revista integrada na função que até agora tem exercido com tanta dignidade e elevação e saibam resistir a eventuais «correntes de ar» que procurem desviá-la do seu campo.

Certamente, como dizia a princípio, há razões para se celebrar o cinquentenário do Instituto Superior Técnico e a iniciativa terá de partir conjuntamente de professores e alunos.

Une-nos um passado já respeitável e honroso e o mesmo objectivo comum: trabalharmos juntos para a valorização e o progresso da Engenharia Portuguesa.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 92,0 % dos totais do País.*

FEVEREIRO

I — Breve nota mensal

Sob o ponto de vista hidrológico, o mês de Fevereiro apresentou-se, no conjunto, abaixo da média.

Entrou em serviço a linha a 60 kV ligando à subestação de Pereiros, da CNE, a subestação de Coimbra, da UEP (N).

Entraram em funcionamento experimental as centrais dos aproveitamentos hidroagrícolas de Montargil (4,0 MVA) e Campilhas (0,55 MVA).

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1958	1959	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	189,9	224,2	+ 18
Produção térmica (P_t)	0,0	0,0	0
Produção total (P_T)	189,9	224,2	+ 18
Cons. não perman. (C_{np}) (1)	46,2	56,8	+22,9
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	135,8	159,2	+17,2 (2)
Consumo total (C_T) . . . . (1)	182,0	216,0	+18,7

b) Acumulados desde 1 de Janeiro de 1959

	1958	1959	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	327,0	475,7	+ 45
Produção térmica (P_t)	39,2	0	—100
Produção total (P_T)	366,2	475,7	+ 30
Cons. não perman. (C_{np}) (1)	52,1	120,3	+130,9
Cons. permanentes (C_p). . . (1)	297,7	338,4	+13,7 (2)
Consumo total (C_T) . . . . . (1)	349,8	458,7	+ 31,1

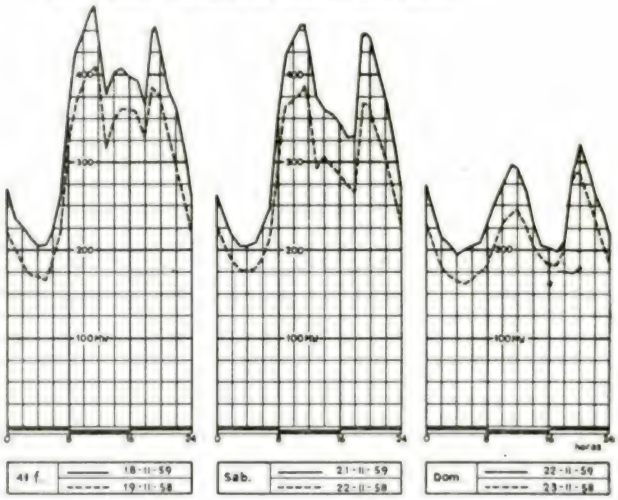
Notas:

(1) Vidé nota referente a Jan. 1959.

(2) O aumento percentual dos consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, foi respectivamente de 14,5 e 13,0 %.

	4.ª feira:	
	19-2-958	18-2-959
Produção hidráulica (P_h) — MWh	7.171	8.441
Produção térmica (P_t) — MWh . .	0	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	7.171	8.441
Produção para consumos não permanentes — MWh.		2.019
Utilização da ponta (U) — horas	17,5	17,6
Factor de carga (α)	0,73	0,73
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,41	0,42

2.3.-DIAGRAMAS DE CARGA DOS DIAS CARACTERÍSTICOS



III — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês	
	GWh	% (1)
Paradela	219,7	98,7
Venda Nova	125,0	97,7
Salamonde	26,9	97,5
Caniçada	31,9	96,4
Guilhofrei	6,6	79,5
Lagoa Comprida	20,3 (2)	68,0
Santa Luzia	42,4	68,8
Cabril	326,1	96,1
Castelo do Bode	158,6	97,3
Pracana	11,4	88,4
Póvoa	12,8 (3)	97,1
Total . . .	981,7	94,1

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 0,3 Gwh armazenados em Vale do Rossim.

(3) Inclui 2,6 Gwh armazenados no açude do Poio.

MAGUE

CONSTRUÇÕES METALO-MECÂNICAS MAGUE, L.DA

(S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA)

Alverca — Portugal

Gasómetro Telescópico de 3 levas de 14.150 m³ — MONTAGEM DA CÚPULA

•

PROJECTO E FABRICO DE

PONTES ROLANTES

GUINDASTES

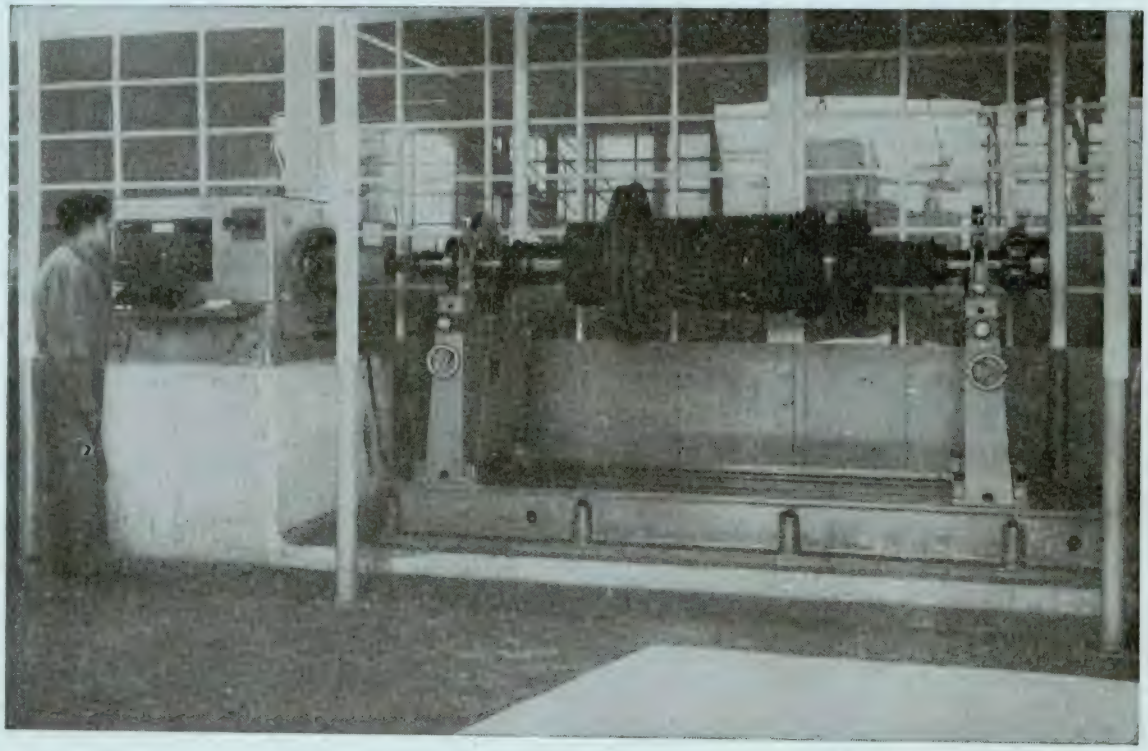
GRUAS, DERRICKS E GUINCHOS

APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS

CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS

A COMPANHIA UNIÃO FABRIL

põe à disposição dos seus clientes no Estaleiro Naval:



— Uma oficina de Ensaios e Reparação Diesel

— Uma máquina electrodinâmica de equilibragem para rotores de 30 a 3000 Kgs. — 2 M. de diâmetro máximo — 3,420 m. entre apoios.

ROCHA DO CONDE DE ÓBIDOS

LISBOA

Telef. 66 21 48

C. D. U. 627.341

DUQUES DE ALBA

PELO ENG.º FERNANDO VASCO COSTA

Assistente de Trabalhos Marítimos
no Instituto Superior Técnico

1 — Generalidades

Designam-se por duques de Alba pequenas obras isoladas, constituídas geralmente por grupos de estacas, utilizadas para a acostagem de navios e para a fixação das suas amarras.

Os duques de Alba podem desempenhar variadíssimas funções, tanto nos portos como nas vias navegáveis interiores. Eles prestam-se a ser utilizados como obras acostáveis, em substituição de dispendiosos muros - cais ou estacadas; a servir de guias à entrada de eclusas ou instalações de *ferry-boats*, permitindo reduzir a duração e o perigo das manobras; a assegurar a protecção dos pilares de pontes e de outras obras de arte; e, ainda, a serem empregados em substituição de bóias, permitindo uma melhor utilização das áreas disponíveis dentro dos portos e mais fáceis manobras de amarração dos navios.

A principal vantagem dos duques de Alba reside no seu baixo custo. O custo de um duque de Alba nunca atinge, com efeito, o de uma dezena de metros lineares de qualquer outro tipo de obra acostável destinada a servir o mesmo tipo de navio.

Os duques de Alba apresentam, além disso, a vantagem de se prestarem, melhor do que qualquer obra de outro tipo, a mudar de posição, sempre que tal convier ao desenvolvimento do porto.

O emprego de duques de Alba está particularmente generalizado nos portos do norte da Europa; só no porto de Hamburgo existem cerca de 9.000 duques de Alba e no porto de Roterdão a quantidade não deve ser inferior. Entre nós, apesar das suas indiscutíveis vantagens, são pouco utilizados, prefirindo-se-lhes obras de outros tipos, certamente melhores mas mais dispendiosas.

Este artigo, em parte resultado da experiência adquirida ao serviço da firma Somec no estudo e execução de diversos duques de Alba no Arsenal do Alfeite, foi redigido a partir de apontamentos preparados para os alunos do curso de engenharia civil. Com a sua publicação pretende-se contribuir para a generalização do emprego de duques de Alba nos portos portugueses, nomeadamente do Ultramar, onde tanto se faz sentir a falta de obras acostáveis.

2 — Origem da designação

Atribui-se a origem deste tipo de obras ao Duque de Alba que comandou a Invencível Armada. A sua primeira utilização ter-se-ia verificado por ocasião da invasão dos Países Baixos. Os holandeses, de acordo com a sua velha tradição, teriam aberto alguns diques com o objectivo de prejudicar a manobra da Invencível Armada. O comandante da esquadra, perante tal ameaça, teria mandado cortar algumas árvores, cravá-las nos fundos lodosos e a elas passar as amarras dos navios, impedindo-os assim de serem arrastados pelas águas.

Parece confirmar tal origem da designação a circunstância de em françês se usar a expressão *duc d'Albe*, em espanhol *duque de Alba*, em alemão se ter dito *Duckdalbe*, e actualmente se dizer *Dalben*, para indicar o referido tipo de obra.

Há quem julgue que a designação *Duckdalbe* provenha da palavra *dunken*, que em baixo alemão significa inclinar, e isto por até há pouco tempo quase todos os duques de Alba terem estacas inclinadas. Sucede, porém, que só no fim do século XVIII apareceram os primeiros bate-estacas capazes de cravar estacas inclinadas, e que a designação de *Duckdalbe* é muito anterior ao século XVIII.

Os ingleses designam os duques de Alba por *Dolphins*. Os franceses usam, além da expressão já referida *duc d'Albe*, também a de *Dauphin* e ainda a de *tour d'amarrage*. Esta última designação é empregada quando os navios não atracam directamente aos duques de Alba, servindo estes ape-

nas para a eles se passarem amarras. Em espanhol são designados não só por *duques de Alba*, mas também por *norays*. Na ria de Aveiro é usual designar por «moirões» as estacas a que se prendem as embarcações. Podem considerar-se como duques de Alba constituídos apenas por uma única estaca.

3 — Modos de utilização

Os duques de Alba são geralmente construídos aos pares, pois são indispensáveis dois para imobilizar um navio. O par pode ser colocado de forma que o navio fique disposto normalmente à margem (figs. 1 e 2), o que permite um melhor aproveitamento do comprimento de margem disponível, ou disposto paralelamente à margem (figs. 3 e 4).

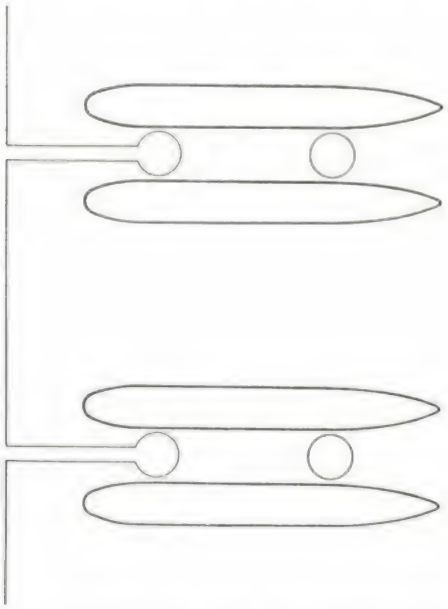


Fig. 1 — Duques de Alba colocados de forma a permitirem a atracação de navios dispostos normalmente à margem.

Fot do A.

Fig. 2 — Duques de Alba da Base Naval do Alfeite destinados a permitirem a atracação de navios dispostos normalmente à margem.

Quer num caso quer noutro é usual executar-se um ligeiro passadiço destinado a permitir o acesso a bordo. Nalguns casos particulares, nomeadamente nos portos onde os duques de Alba são apenas utilizados para imobilizar os navios durante as operações de transbordo das mercadorias entre navios de alto mar e barcaças, os duques de Alba escusam de ficar próximo da margem e com esta terem qualquer ligação directa. São usados largamente desta forma nos portos de Hamburgo e Roterdão (figs. 5 e 6).

Os duques de Alba são também utilizados em substituição de bóias para a imobilização dos navios, sem que estes fiquem a eles atracados (figs. 7 e 8).

Constroem-se muitas vezes estacadas de betão armado destinadas ao serviço de navios de médio e de grande porte, nomeadamente petroleiros. O betão armado é um material pouco adequado a resistir a choques. Aos elementos dessas estacadas têm de ser atribuídas, por tal motivo, grandes dimensões e fortes armaduras. Se, porém, as estacadas forem protegidas do choque directo dos navios por duques de Alba, já será possível aligeirá-las, e conseguir grande economia na sua construção. As estacadas constituídas por duques de Alba ligados entre si por estruturas ligeiras apresentam ainda a vantagem

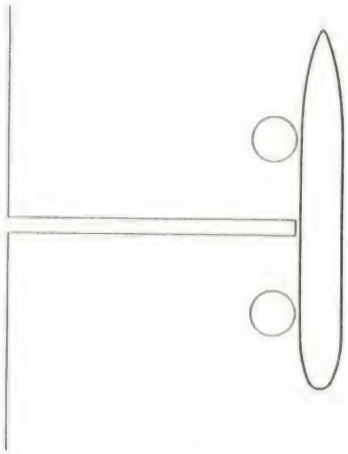


Fig. 3 — Duques de Alba colocados de forma a permitirem a atracação de navios dispostos paralelamente à margem.

Fot. da Shell

Fig. 4 — Duques de Alba construídos pela Shell em Singapura e destinados a permitirem a atracação de petroleiros de 60.000 t de deslocamento.

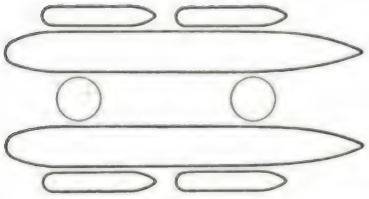


Fig. 5 — Duques de Alba destinados à imobilização de navios durante operações de transbordo.

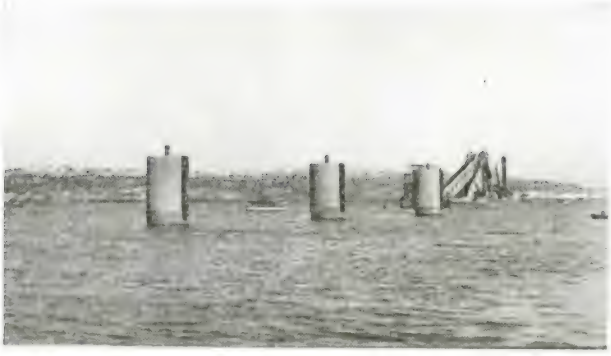
Fot. do A.

Fig. 6 — A profusão de Duques de Alba no porto de Roterdão, permitindo o transbordo económico de mercadorias, muito contribuiu para este porto se tornar o de maior movimento da Europa.

de serem de mais fácil reparação no caso de eventuais danificações por colisão (figs. 4, 9 e 10).

Os duques de Alba servem, também, para a protecção de obras de arte, nomeadamente pilares de pontes, entradas de eclusas, entradas de estações de *ferry-boats*, etc., contra o choque de navios (fig, 11). Nestes casos utilizam-se, em geral, duques de Alba muito deformáveis, com o objectivo de se melhorarem as condições de choque e de se evitarem danos no casco dos navios.

Fig. 7 — Duques de Alba servindo de postos de amarração.



Fot. do A.

Fig. 8 — Duques de Alba destinados a servirem como postos de amarração em frente do plano inclinado do Alfeite.

4 — Duques de Alba rígidos e duques de Alba elásticos

Os duques de Alba classificam-se, quanto à grandeza das suas deformações, em dois tipos distintos: rígidos e elásticos. Os rígidos são normalmente formados por grupos de estacas, algumas das quais inclinadas, fortemente contraventadas (fig. 12 e 15). Podem também ser constituídos por cilindros ou primas de betão ou de estacas-pranchas metálicas (fig. 8, 16, 17, 18, 19, 20, 24 e 25). Os duques de Alba elásticos são formados por grupos de estacas paralelas, sem qualquer contraventamento entre si (fig. 13). Os seus tabuleiros, por se destinarem apenas a assegurar o afastamento entre as estacas, não se encontram rìgidamente ligados às estacas (figs. 26, 27 e 28).

Fot. do A.

Fig. 9 — Cais do crómio no porto da Beira. É constituido por grandes duques de Alba ligados entre si e a terra por ligeiras estruturas.

Quando um navio choca com um duque de Alba a energia cinética do navio é absorvida pelo trabalho de deformação do duque de Alba, das defensas e do próprio navio. Nos duques de Alba rígidos é reduzida a contribuição da deformação do próprio duque de Alba para a absorção de energia (fig. 12). Nos duques de Alba elásticos, pelo contrário, a absorção de energia é feita, quase exclusivamente, à custa da grande deformação do próprio duque de Alba, a qual pode atingir dezenas de centímetros (fig. 13). A reacção no ponto de contacto entre o navio e o duque

Fot. do A.

Fig. 10 — Cais do crómio no porto da Beira.

de Alba não chega a atingir, por esse motivo, valores tão elevados como os que são atingidos nos duques de Alba rígidos. Isto permite uma mais fácil conservação das defensas e do próprio duque de Alba, e que estes sejam de construção mais ligeira e económica. Além disso, o que é muito importante, os navios sofrerão menor dano quando a eles, acidentalmente, acostarem com velocidade exagerada.

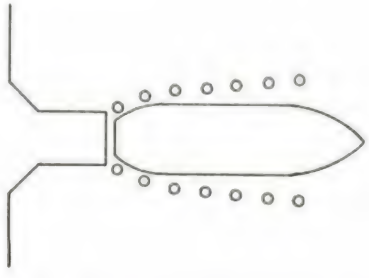


Fig. 11 — Duques de Alba destinados a facilitarem a atracação de *ferry-boats*.

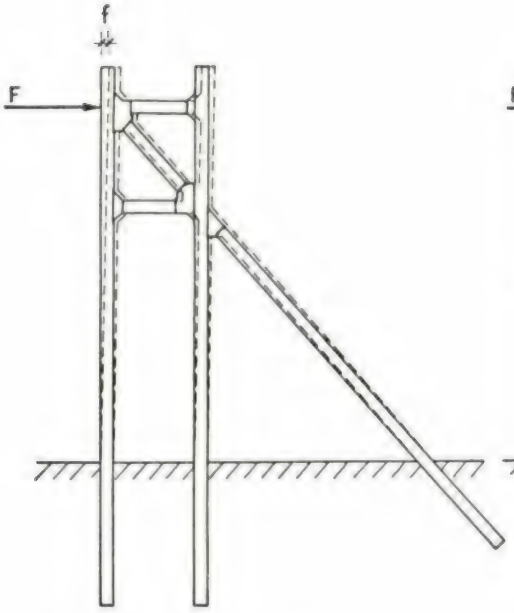


Fig. 12 — Duque de Alba rígido.

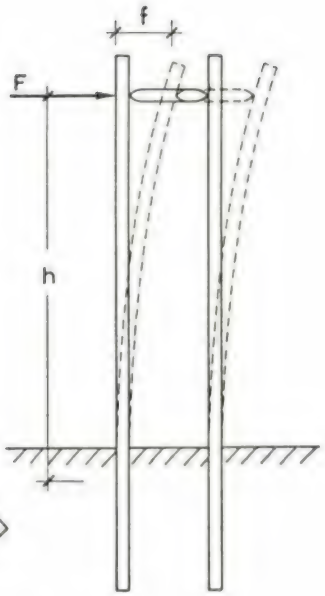


Fig. 13 — Duque de Alba elástico.

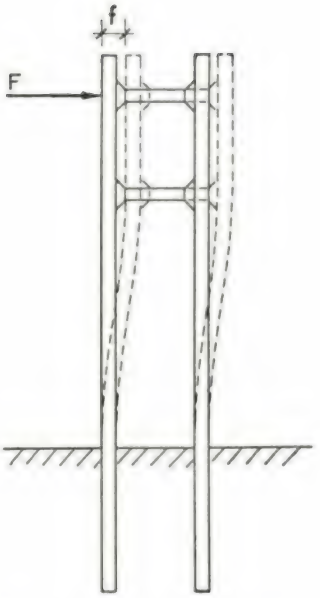


Fig. 14 — Duque de Alba de tipo misto.

De um modo geral é de aconselhar o emprego de duques de Alba rígidos nos casos em que se pretenda conservar um navio imobilizado durante operações de carga e descarga. Quando a função do duque de Alba for apenas a de receber choques eventuais ao evitar que os navios encalhem ou abalroem com obras de arte, é preferível o emprego de duques de Alba elásticos, pois permitem absorver de forma mais económica, e à custa de menores reacções sobre os cascos, a energia cinética dos navios.

Ensaios comparativos entre formas de absorção da energia cinética de um navio de 5.000 t animado da velocidade de 0,30 m/seg, permitiram verificar que num duque de Alba elástico, capaz de uma flexa de 87,5 cm, a reacção sobre o casco do navio era apenas de 51 t, ao passo que num duque de Alba considerado como rígido, em que a deformação se limitava a 21 cm, a reacção da obra sobre o navio atingia o valor de 213 t. Estes ensaios, referidos por Descans e L. de Kesel (1953), foram descritos por Rijselberque e Descans (1951).

Por vezes constroem-se duques de Alba difíceis de classificar como rígidos ou como elásticos, por virtude de as suas estacas estarem impedidas por tabuleiros de flectir como simples vigas encasradas no solo (fig. 14). As ligações rígidas dos tabuleiros às estacas, por reduzirem a grandeza das deformações dos duques de Alba, e consequentemente aumentarem a sua reacção sobre o casco dos navios, devem ser evitadas.

Para que as reacções nos duques de Alba rígidos não atinjam valores excessivamente elevados, susceptíveis de ocasionarem danificações nos cascos dos navios, é de aconselhar o emprego de amortecedores metálicos ou de borracha ou, pelo menos, o revestimento da superfície do duque de Alba com defensas de madeira.

Verifica-se, por vezes, a conveniência de construir duques de Alba de grande altura em lugares onde a profundidade de água é muito superior à necessária aos navios. Os duques de Alba elásticos revelam-se nestes casos muito mais económicos do que os rígidos; ao passo que estes têm de resistir a momentos de derrubamento sensìvelmente proporcionais à altura de água, naqueles o valor do momento flector decresce quando aumenta a altura a que se verifica o choque (ver adiante o § 7).

Um tipo de duque de Alba relativamente pouco usado, mas que parece oferecer grandes vantagens nalguns casos particulares, nomeadamente na defesa de obras de arte e na delimitação de canais de navegação, é o tipo de campânula imaginado pelo Prof. Baker. Neste tipo de duque de

Fot. do A.

Fig. 15 — Duques de Alba constituídos por estacas de madeira, algumas das quais inclinadas. Porto de Roterdão.

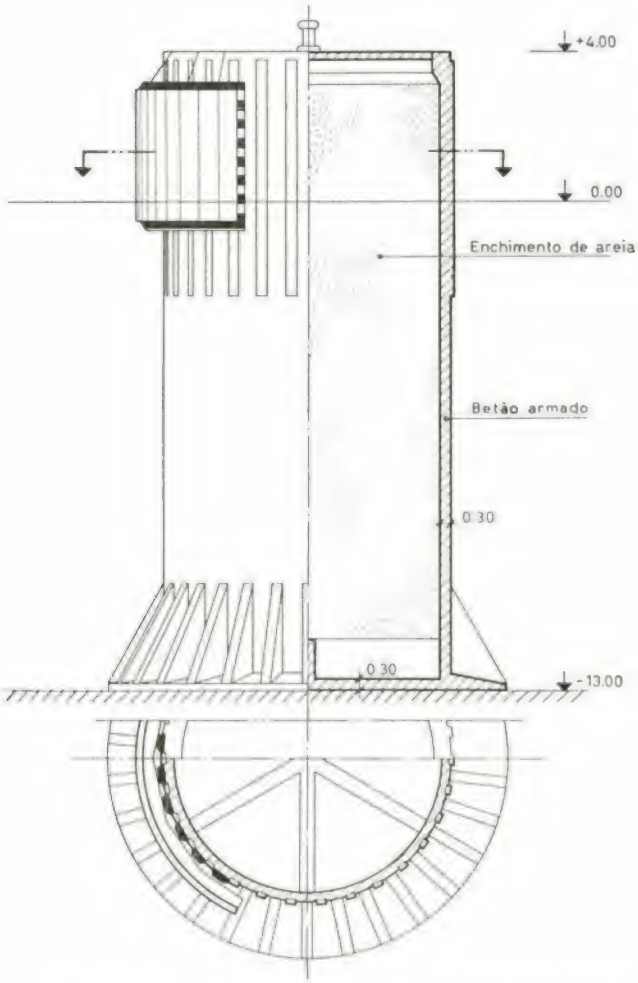


Fig. 16 — Duque de Alba constituído por um caixão de betão armado existente em Ymuiden.

Alba existe um conjunto de estacas fortemente ligadas entre si, sobre o qual se enfia uma espécie de campânula (fig. 21). Quando o navio encosta à campânula esta inclina-se, permitindo que a energia do choque seja absorvida à custa da elevação da campânula, em vez da deformação do duque de Alba (Baker, 1953).

5 — Materiais utilizados na construção de duques de Alba

Os materiais utilizados na construção dos duques de Alba são a madeira, o aço e o betão armado.

A madeira, tal como o aço, emprega-se sempre sob a forma de estacas (fig. 15). As estacas metálicas podem ser cravadas constituindo cortinas de estacas-pranchas (figs. 18, 19, 20, 24 e 25) ou como elementos isolados (figs. 26 a 30). Os duques de Alba de betão armado podem ser constituídos por grandes cilindros, com ou sem fundo (figs. 16 e 17), e por estacas de betão armado. É, no entanto, pouco frequente esta última forma, por virtude do betão armado resistir mal a choques e não ser susceptível de grandes deformações sem abrir fendas, as quais comprometeriam a conservação das armaduras.

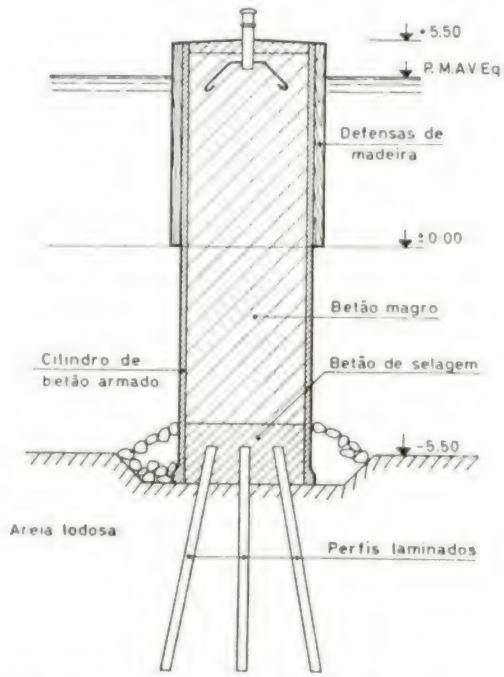


Fig. 17 — Duques de Alba de betão destinados a permitirem a imobilização dos navios antes de serem elevados sobre o plano inclinado do Alfeite. Ver fig. 8.

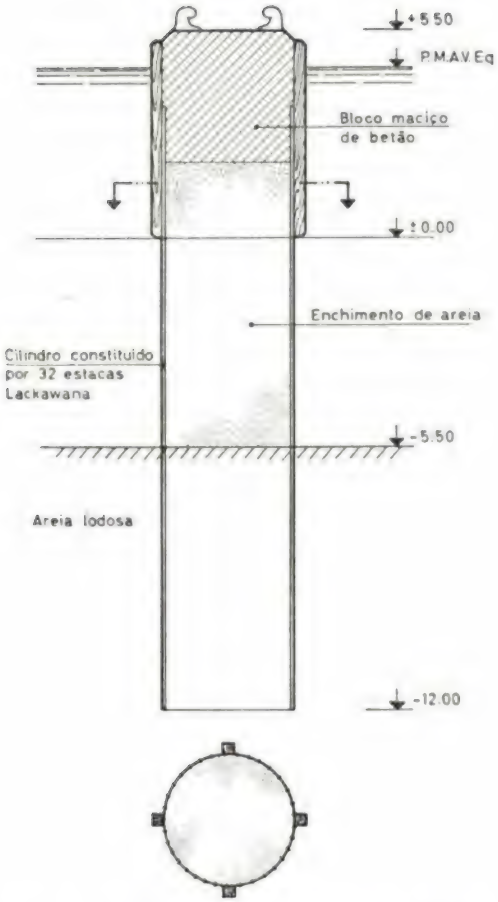


Fig. 18 — Duque de Alba constituído por um cilindro de estacas-pranchas existente na Base Naval do Alfeite.

Em geral, usam-se duques de Alba de madeira para a atracação de pequenos navios em profundidades reduzidas, duques de Alba formados por estacas metálicas para a atracação de navios de pequeno e médio porte em grandes profundidades e duques de Alba constituídos por cilindros de betão ou estacas-pranchas para a atracação de navios de grande porte. Nalguns casos usam-se, ainda, duques de Alba mistos, constituídos por mais de um material.

Ao escolher o material a empregar na construção de um duque de Alba deve ter-se em conta não só o porte do navio e a altura de água, mas também as seguintes circunstâncias:

- função a desempenhar pelo duque de Alba: acostagem, posto de amarração, defesa de obras de arte, etc.;
- tipo do casco do navio e grandeza das reacções que este poderá suportar sem inconveniente;

Fot. do A.

Fig. 19 — Fotografia do Duque de Alba da fig. 18.

- custo dos diversos materiais utilizáveis;
- equipamento disponível;
- quantidade de duques de Alba a construir;
- prazo de execução;
- existência nas águas do porto de seres vivos capazes de atacarem a madeira;
- despesas de conservação e duração prevista para o duque de Alba;
- eventual necessidade ou conveniência de o duque de Alba vir a ser mais tarde retirado da sua posição inicial.

Até há poucos anos o material usado quase que exclusivamente na construção de duques de Alba era a madeira. Hoje em dia a tendência é para usar estacas metálicas em todas as circunstâncias.

As dificuldades, cada vez mais acentuadas, de se obter estacas de madeira com grandes dimensões e se encontrar pessoal habilitado a executar as ligações das estacas entre si e com os tabuleiros, tem contribuído para restringir o emprego da madeira, em benefício da utilização de perfis metálicos.

Com o objectivo de generalizar a utilização do aço, alguns fabricantes laminam perfis especialmente destinados a duques de Alba (fig. 22). Ainda com o mesmo objectivo lançaram no mercado estacas de aço de alta resistência, capazes de absorverem elevada quantidade de energia à custa de grandes deformações.

Os aços que até agora se empregavam em estacas destinadas a duques de Alba tinham tensões de ruptura de 3.700 kg/cm² a 5.000 kg/cm²

(St 37 e St 50). Nos aços de alta resistência ùltimamente lançados no mercado estas tensões atingem valores da ordem dos 10.000 kg/cm². Como veremos adiante a utilização dos aços de alta resistência apresenta particular interesse no caso dos duques de Alba elásticos, pois permite aumentar as suas deformações.

Com o objectivo de embaratecer o custo dos duques de Alba pela simplificação e mesmo pela eliminação dos tabuleiros, têm sido fabricadas estacas metálicas de tão grandes dimensões que

Fot. do A.

Fig. 20 — Duques de Alba rígidos em serviço na estação fluvial de Belém.

apenas uma ou duas estacas são capazes de resistir ao choque de petroleiros de grande porte. Sobre o emprego de estacas de aço com diâmetro até 1,5 m e espessura até 50 mm consulte-se Risselada (1958).

Nos países em que, como o nosso, o aço é muito caro, há grande interesse em fazer variar a secção da estaca ao longo do seu comprimento, de acordo com o diagrama dos momentos flectores. Isto permite não só uma economia directa na supressão do aço onde ele não é necessário, mas também uma economia indirecta nos duques de Alba elásticos.

Na escolha do perfil das estacas deve ter-se em conta se os momentos flectores virão a actuar num único ou em mais planos. De um modo geral pode afirmar-se que os perfis I são os que permitem soluções mais económicas se os momentos actuarem num único plano. Caso contrário convirá adoptar perfis fechados, compostos por dois ou mais elementos (fig. 22 . No caso de as estacas poderem ser submetidas a momentos de torsão elevados, e no caso dos momentos flectores poderem actuar em qualquer plano, convirá adoptar perfis circulares.

A cravação de perfis metálicos fechados pode ser facilitada pela remoção dos materiais que

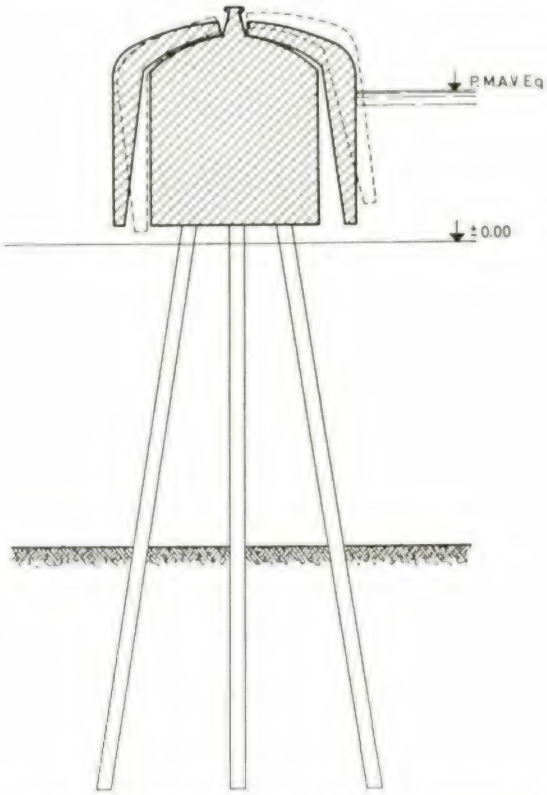


Fig. 21 — Tipo de Duque de Alba de campânula imaginado pelo prof. Baker.

entrarem para o seu interior durante a descida no terreno. No caso de perfis muito pesados e terrenos arenosos, e em particular quando se não disponha de bate-estacas com grande peso de pilão, convém proceder ao afundamento das estacas por injecção de água. Só assim se conseguem atingir as profundidades necessárias para assegurar o encastramento das estacas no terreno (Costa, 1956).

Quando as estacas metálicas são constituídas por elementos soldados entre si (fig. 22), convém submetê-las a um tratamento térmico antes da cravação, para lhes retirar as tensões residuais provocadas pela soldadura. Se não for possível o tratamento térmico dever-se-á baixar a tensão de segurança. Procedendo à soldadura das estacas por pequenos troços, ora de um ora de outro lado da estaca, conseguem-se reduzir consideràvelmente as tensões residuais. Muitos laminadores fornecem perfis compostos, destinados a serem

utilizados como estacas, em que as tensões residuais provenientes da soldadura já foram eliminadas na fábrica. A soldadura de elementos de estacas-pranchas, destinados a constituírem uma unica estaca, deve ser particularmente cuidada no caso de a estaca poder ser submetida a esforços de torsão.

Não convém empregar estacas de betão armado na construção de duques de Alba. A conservação do betão submetido a choques é difícil, mesmo no caso de betão pré-esforçado. O betão armado só se emprega, por isso, na construção de duques de Alba sob a forma de grandes cilindros, ou caixões rectangulares, cheios de brita ou areia (fig. 16). Duques de Alba deste tipo são muito usados para a atracação de grandes navios. Uma das suas principais vantagens consiste na possibilidade de serem deslocados de um lugar para outro por flutuação, para o que bastará despejar o material de enchimento. Outra vantagem consiste em dispensarem equipamento de cravação.

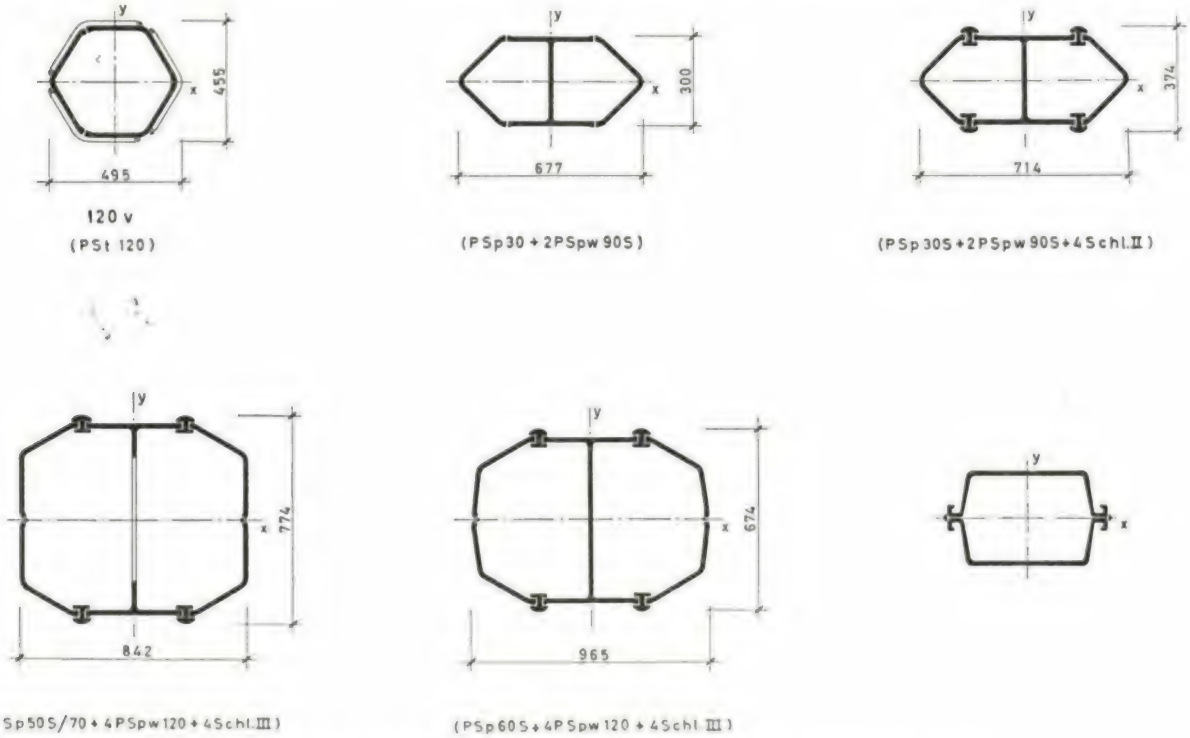


Fig. 22 — Alguns tipos de perfis metálicos utilizados em duques de Alba.

6 — Velocidade dos navios na atracação

Quando uma atracação é bem feita, o navio é prèviamente disposto paralelamente ao cais e, mediante o auxílio de cabos, levado a acostar com uma velocidade muito reduzida. Devido a diversas circunstâncias, de entre as quais se devem referir erros na avaliação da velocidade da corrente ou do vento, erros e atrazos no cumprimento de ordens, etc., os navios atracam, por vezes, animados de velocidade exagerada.

É prática corrente avaliar os esforços resultantes da atracação dos navios, admitindo que no momento em que tocam a obra se encontram animados de uma velocidade de 0,2 m/s, medida normalmente à superfície de contacto do navio com a obra.

Para navios de grande porte, cujas atracações se rodeiam de particulares cuidados e se realizam com ajuda de dois ou mais rebocadores, é usual reduzir o valor da velocidade de atracação para 0,15 m/s, e mesmo para 0,10 m/s. Para batelões desprovidos de meios próprios de propulsão, e cujas atracações não são confiadas a pessoal particularmentente cuidadoso, é usual admitir velocidades da ordem de 0,3 m/s.

Se bem que, dados os cuidados com que em todos os portos se rodeiam as operações de atracação, as velocidades referidas pareçam francamente excessivas, a verdade é que se não pode

verdadeiramente marcar qualquer limite superior à velocidade de um navio ao chocar com uma obra. O único limite que poderia ser aceite sem discussão seria o da velocidade máxima do navio adicionada ao da velocidade máxima da corrente. Ainda que, por vezes, se verifiquem acidentes em condições próximas destas, não teria sentido projectar obras para resistirem ao choque de navios animados de tão grande velocidade.

De acordo com informações obtidas no porto de Lisboa, a frequência de atracações excedendo a velocidade de 0,1 m/s é da ordem de 1/1000. É difícil estimar as frequências correspondentes a velocidades superiores. Haveria grande interesse em recolher em grande número de portos informações que permitissem ajuizar os valores de tais frequências (Costa, 1953).

7 — Esforços resultantes da atracação de navios

A energia cinética de um navio que atraca ou choca acidentalmente com qualquer obra é sempre absorvida à custa de um trabalho de deformação. A deformação verifica-se nas defensas, no casco do navio e na obra. Para um dado navio, e em iguais condições de atracação, quanto maior for a grandeza da deformação menor será a reacção no ponto de contacto entre o navio e a obra.

Sejam:

m — massa do navio, igual a $\frac{P}{g}$, em que P é o deslocamento do navio expresso em unidades de força e g a aceleração da gravidade;

v — velocidade a que se dá o choque, medida em direcção normal à superfície de contacto;

d — deformação total da obra acostável, incluindo a deformação das defensas;

R — reacção desenvolvida entre o navio e o duque de Alba no momento em que se atinge a deformação total máxima;

n — percentagem de energia cinética a absorver pela obra, incluindo as defensas.

Como a energia cinética no momento do choque deverá ser igual ao trabalho de deformação, podemos escrever, admitindo o regime elástico de deformação,

$$n \frac{m v^2}{2} = R \frac{d}{2} \qquad (1)$$

Observações directas têm permitido verificar que as obras acostáveis munidas de defensas necessitam absorver cerca de 20 a 50 % da energia cinética dos navios, correspondendo o menor valor a navios de madeira e o maior aos navios de aço (Minikin, 1950, pág. 168 e 190). Admite-se que a restante energia cinética é absorvida pela deformação da estrutura do navio, pelo calor desenvolvido ao dar-se o escorregamento do casco do navio sobre a obra e, ainda, pela deslocação da água resultante de o navio ser desviado da sua rota ao chocar com a obra. A quem queira ter em conta estas circunstâncias, assim como a forma do casco do navio, o ângulo sob o qual se dá o choque, a altura de água sob a quilha, e o facto de que o duque de Alba não imobiliza o navio mas apenas o faz desviar da sua rota, recomenda-se a leitura da descrição dos ensaios levados a efeito na Hamburgischen Shiffbau — Versuchsanstalt (Grim, 1955 e Sander, 1959).

Se a deformação da obra for desprezável comparada com a da defensa, a deformação total máxima pode ser avaliada pela expressão:

$$d = a R \qquad (2)$$

em que a é uma constante elástica, dependente não só do tipo e do estado da defensa utilizada, mas também do material do casco do navio e do revestimento da obra, e que varia entre os limites 0,1 e 2,0 cm/t (Bayer, 1940, pág. 7).

Fig. 23

Substituindo (2) em (1) podemos escrever:

$$n\, m\, v^2 = a\, R^2 \qquad (3)$$

e, portanto:

$$R^2 = \frac{n\,P\,v^2}{g\,a} \qquad (4)$$

Esta expressão permite calcular os esforços a que são submetidos os duques de Alba rígidos. Ela poderá ser igualmente utilizada para qualquer tipo de obra acostável em que seja conhecido o valor de a, relacionando a deformação com a reacção da obra no ponto onde atraca o navio. A partir da aplicação da expressão (3), e admitindo $n = 0{,}5$, avaliaram-se os valores que constam do quadro I. Este quadro destina-se a facilitar o dimensionamento de duques de Alba rígidos.

No cálculo dos duques de Alba elásticos deve acrescentar-se ao segundo membro da equação (1) um termo correspondente ao trabalho de flexão das estacas do duque de Alba. Chamando

QUADRO I

Deformações (d) e reacções (R) desenvolvidas entre os costados dos navios e as obras acostáveis

Deslocamento do navio	Componente normal da velocidade de atracação	Energia cinética do navio $m\frac{v^2}{2}$	$a = 0{,}2$ cm/t defensas de má qualidade		$a = 0{,}5$ cm/t defensas regulares		$a = 1{,}0$ cm/t defensas de boa qualidade	
			d	R	d	R	d	R
t	cm/seg	t m	cm	t	cm	t	cm	t
500	20	1,0	4,5	22,4	7,0	14,1	10,0	10,0
	30	2,3	6,8	34,0	10,7	21,4	15,2	15,2
	50	6,4	11,3	56,6	17,9	35,8	25,3	25,3
1.000	15	1,1	4,7	23,5	7,4	14,8	10,5	10,5
	20	2,0	6,3	31,6	10,0	20,0	14,1	14,1
	30	4,6	9,6	47,9	15,2	30,3	21,4	21,4
2.000	15	2,3	6,8	34,0	10,7	21,4	15,2	15,2
	20	4,1	9,0	45,2	14,3	28,6	20,2	20,2
	30	9,2	13,6	67,8	21,5	42,9	30,3	30,3
5.000	15	5,7	10,7	53,4	16,9	33,8	23,9	23,9
	20	10,2	14,3	71,3	22,6	45,2	31,9	31,9
	30	23,0	21,5	107,3	34,0	67,9	48,0	48,0
10.000	10	5,1	10,1	50,5	16,0	32,0	22,6	22,6
	15	11,5	15,2	75,8	24,0	48,0	33,9	33,9
	20	20,4	20,2	101,1	32,0	63,9	45,2	45,2
20.000	10	10,2	14,3	71,3	22,6	45,2	31,9	31,9
	15	23,0	21,5	107,3	34,0	67,9	48,0	48,0
	20	40,8	28,6	142,9	45,2	90,4	63,9	63,9
40.000	7	10,0	14,1	70,7	22,4	44,7	31,6	31,6
	10	20,4	20,2	101,1	32,0	63,9	45,2	45,2
	15	45,5	30,3	151,4	47,9	95,8	67,7	67,7

Na elaboração do quadro admitiu-se que as deformações se verificavam em regime elástico e que era de 50 % a parte da energia cinética a absorver pela obra.

f ao valor da flexa no momento de maior deformação, podemos escrever:

$$n \frac{m\ v^2}{2} = R \frac{d}{2} + R \frac{f}{2} \qquad (5)$$

Admitindo que as estacas se deformam em regime elástico como consolas encastradas no terreno, e designado por h a altura a que se dá o choque acima da cota a que elas se podem considerar como encastradas (fig. 23), poderemos avaliar a flexa por:

$$= \frac{R\ h^3}{3\ E\ I} \qquad (6)$$

Substituindo este valor na equação anterior, teremos:

$$n \frac{m\ v^2}{2} = R^2 \left(\frac{d}{2\,R} + \frac{h^3}{6\ E\ I} \right)$$

Como nos duques de Alba elásticos as deformações das defensas e do casco do navio são desprezáveis quando comparadas com a deformação por flexão das estacas do duque de Alba, podemos admitir que o valor de d é nulo e escrever:

$$R^2 = 3\ n E I \frac{P\ v^2}{g\ h^3} \qquad (7)$$

Esta equação deve ser utilizada no cálculo de duques de Alba elásticos.

Verifica-se por ela que, para iguais condições de choque, quanto mais alta for a cota a que este se der, menor será o valor da reacção R. Esta circunstância constitui uma razão de preferência dos duques de Alba elásticos, para grandes alturas de àgua. As estacas dum duque de Alba elástico, ao contrário do que se verifica com os duques de Alba rígidos, ficam submetidas a menores tensões quando a atracação se faz em preiamar do que quando se faz em baixamar.

8 — Esforços resultantes da acção do vento e correntes sobre os cascos dos navios

Os duques de Alba podem ser submetidos a outros esforços além dos resultantes do choque de navios, tais como os provenientes da acção do vento e correntes sobre os navios que a eles se encontrem acostados ou amarrados.

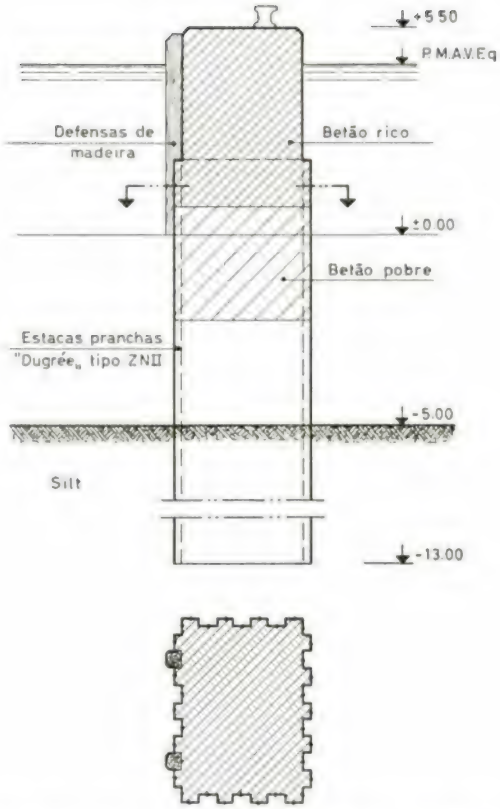


Fig. 24 — Duque de Alba constituído por um prisma de estacas-pranchas existente no Ginjal.

Fot. do A.

Fig. 25 — Duque de Alba do embarcadouro da Trafaria, do tipo representado na fig. 24.

De um modo geral os duques de Alba rígidos projectados para resistir ao choque de navios suportam perfeitamente quaisquer outros tipos

de esforços. Os duques de Alba elásticos, pelo contrário, especialmente aqueles em que a absorção de energia se faz à custa de grandes deformações, podem não se encontrar em condições de resistir a cargas estáticas elevadas. Impõe-se, por isso, proceder à verificação das condições em que terão de resistir a estas solicitações.

Para efectuar a verificação dever-se-á avaliar a grandeza das forças que o vento, as correntes e os cabos dos navios podem transmitir aos cabeços de amarração. É prática corrente, no entanto, verificar apenas se os duques de Alba se encontram em condições de suportarem sobre os cabeços forças correspondentes às cargas de ruptura dos mais fortes cabos que se prevê venham a ser normalmente utilizados. Para o efeito bastará consultar tabelas do tipo do quadro II. Esta prática é muito discutivel, pois é de recear que as amarrações sejam reforçadas com numerosos cabos sempre que a tripulação preveja a aproximação de ciclones ou de cheias.

Para determinar directamente as solicitações devidas ao vento e às correntes será necessário conhecer a forma do navio e proceder a uma avaliação, ainda que grosseira, das forças que o vento e as correntes podem exercer sobre o casco do navio. Para tal ter-se-á em conta a posição do navio em relação às direcções do vento e da corrente.

Para avaliação dos esforços devidos ao vento soprando normalmente ao plano de simetria do navio pode empregar-se a fórmula

$$F = \frac{S\,v^2}{16} \qquad (8)$$

em que F é o valor da força resultante, S a superfície do navio exposta ao vento e v a velocidade do vento. De acordo com ensaios realizados em França, esta fórmula dá resultados muito satisfatórios (Callet, 1953).

Nos Estados Unidos da América do Norte realizaram-se no fim da guerra ensaios para avaliação das pressões exercidas sobre as obras por grupos de navios sujeitos à acção do vento e de correntes. Estes ensaios destinavam-se a permitir a resolução económica do problema da amarração dos numerosos navios que ficaram

QUADRO II

Cargas de ruptura de cabos utilizados na amarração de navios

Arqueação do navio t de reg.	Cabos de aço			Cabos de pita		
	Perímetro mm	Diâmetro mm	Carga de ruptura t	Perímetro mm	Diâmetro mm	Carga de ruptura t
1.000	57	18	21	203	64	25
2.000	64	20	24	229	72	30
3.000	70	22	28	254	80	36
4.000	76	24	37	254	80	36
5.000	89	28	46	279	88	42
7.500	95	30	57	330	104	55
10.000	102	32	69	356	112	61
15.000	114	36	83	203	64	25
20.000	127	40	97	229	72	30
25.000	140	44	112	229	72	30
30.000	152	48	138	229	72	30
35.000	165	52	166	229	72	30
40.000	178	56	185	229	72	30

Este quadro foi preparado por Baer (1955) de acordo com as especificações do Lloyd alemão para a atracação de navios.

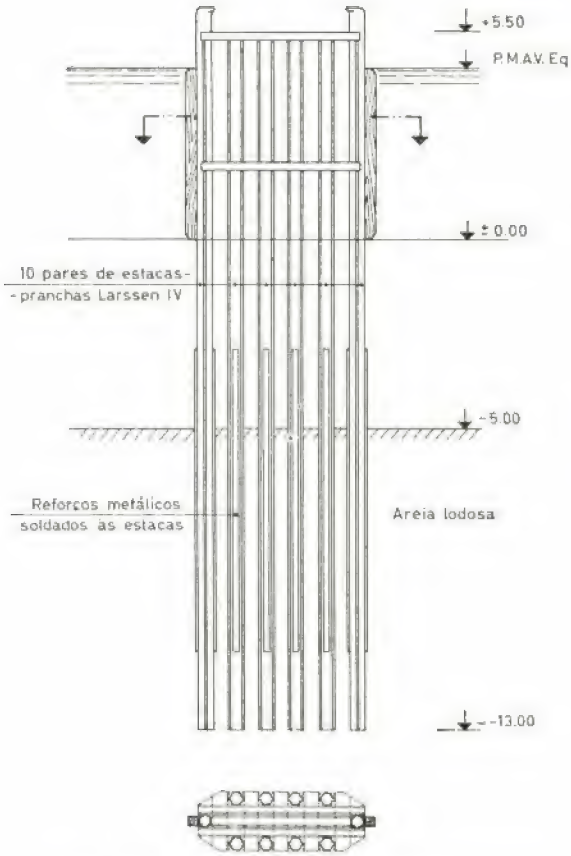


Fig. 26 — Duque de Alba elástico constituído por estacas metálicas.

Fot. do A.

Fig. 27 — Duque de Alba do tipo representado na fig. 26, em serviço na Base Naval do Alfeite. No primeiro plano vê-se a parte superior de um duque de Alba igual ao do segundo plano.

inactivos ao terminarem as hostilidades. Recomenda-se a leitura da descrição desses ensaios sempre que houver que avaliar os esforços exercidos sobre as obras por grupos de navios atracados lado a lado (Ayers, 1953).

9 — Critérios de segurança

As obras são normalmente dimensionadas com segurança superior à que seria econòmicamente conveniente.

Comprende-se que assim seja. As pessoas responsáveis pelos projectos sabem bem que podem

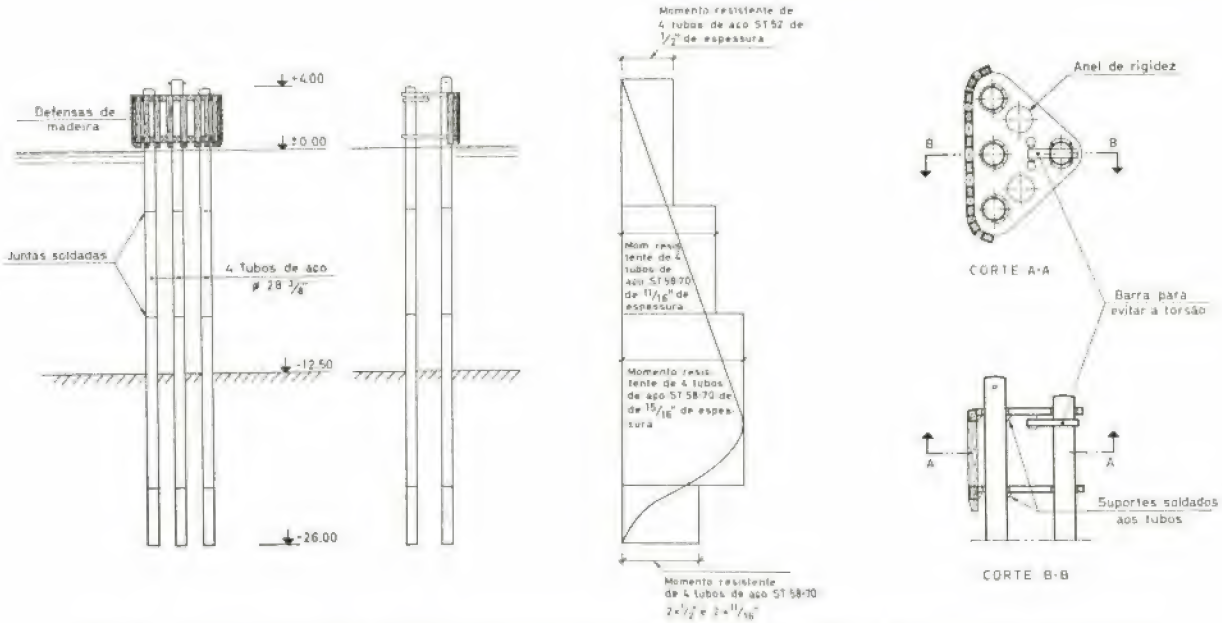


Fig. 28 — Duques de Alba elásticos existentes no porto de Amesterdão. As estacas são constituídas por troços de tubo de aço soldados topo a topo.

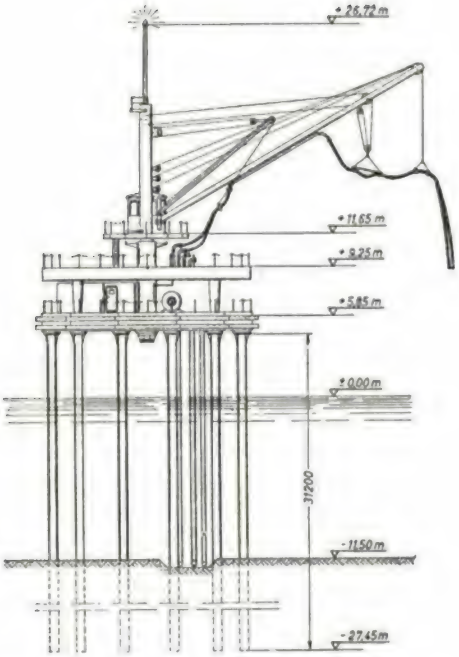


Fig. 29 — Duque de Alba elástico, constituído por 36 tubos Mannesmann, com o diâmetro de 521 mm e a espessura de parede de 16 mm. O aço das estacas tem um limite de proporcionalidade de 7.000 kg/cm². Isto permite ao duque de Alba suportar uma força horizontal de 300 t e absorver uma energia de 300 t . m à custa de uma flexa de 1 m.

Fig. 30 — Fotografia do duque de Alba representado na fig. 29. O duque de Alba foi construído em frente de Ravena, no Adriático, a 6,2 km da costa, num lugar onde se admite que as ondas possam atingir a altura de 4,8 m. Destina-se à descarga de grandes petroleiros da Companhia Saronn (Jamm, 1957).

ser inculpadas no caso de se verificar a insuficiência da resistência das obras, mas nunca no caso de as condições de resistência serem excessivas. O consequente encarecimento das obras implica uma redução na quantidade de obras a executar, com evidente prejuízo para a economia geral.

O consumo dos materiais e o custo de qualquer obra é, em geral, proporcional ao coeficiente de segurança adoptado. No caso dos duques de Alba elásticos, em que o aumento das tensões permite baixar o valor da reacção a que o duque de Alba tem que resistir, o custo da obra cresce aproximadamente com o quadrado do coeficiente de segurança. Por isso há especial interesse em adoptar tensões de serviço tão elevadas quanto possível.

O dimensionamento dos duques de Alba poderia ser baseado na resistência das estruturas dos navios. Como estas são sempre muito ligeiras, projectadas apenas para resistirem a cargas distribuídas, encontram-se em más condições para suportarem cargas concentradas. Conviria, por esse motivo, avaliar a reacção da obra a partir do conhecimento do valor da força suficiente para deformar o casco do navio. O problema é, porém, muito complexo, por virtude de as estruturas dos navios serem altamente hiperstáticas.

O projecto de um duque de Alba presta-se sempre a discussões de ordem subjectiva no respeitante a segurança, em particular por ter de ser fixada de modo arbitrário a velocidade do navio ao chocar com a obra.

Conforme expusemos noutro lugar (Costa 1953), pensamos que qualquer obra deve ser dimensionada admitindo-se um risco de ruptura tal que seja mínima a soma do custo de construção com a esperança matemática das despesas de reparação. Este critério parece particularmente de recomendar no estudo de duques de Alba. Como o custo inicial do duque de Alba é muito influenciado pelo coeficiente de segurança adoptado, em especial nos de tipo elástico, e as consequências da ruína consistem apenas na sua reparação, é natural que a adopção de tal critério conduza a economias consideráveis.

10 — Dimensionamento de duques de Alba rígidos

Os duques de Alba rígidos são constituídos, em geral, por grupos de estacas, das quais algumas são inclinadas e trabalham à tracção ou à compressão (fig. 12).

Para a avaliação das cargas que estacas trabalhando nessas condições são capazes de suportar podem adoptar-se os métodos correntes no estudo de fundações.

Para uma avaliação expedita dessas cargas, a partir do atrito lateral, sugerem-se os seguintes valores indicados por Terzaghi (1948, pág. 461 e 463):

areias soltas (estacas compridas)	2,5 t/m²
areias compactas (estacas curtas)	10,0
argilas brandas e silts	1,0 a 3,0
silts com areia	2,0 a 5,0
argilas rijas	4,0 a 10,0

Nalguns tipos de duques de Alba rígidos as estacas trabalham à flexão. Em tais casos pode proceder-se à verificação das condições de encastramento no solo seguindo as linhas gerais do processo que adiante se indica para os duques de Alba elásticos.

No caso do duque de Alba ser constituído por um caixão de betão com fundo bastará verificar o seu equilíbrio ao derrubamento e avaliar o valor da pressão exercida sobre o solo pelo bordo mais carregado

II — Dimensionamento de duques de Alba elásticos

Foi Blum (1932) quem primeiro estabeleceu um processo de cálculo para os duques de Alba elásticos. O seu processo ainda hoje é seguido, se bem que com algumas modificações que lhe foram introduzidas para o simplificar e para o adaptar a resultados verificados em ensaios.

Ao ser aplicada uma força no topo de um duque de Alba (ver fig. 31) a parte que estiver cravada no terreno provocará neste duas reacções A e B dirigidas em direcções opostas de grandezas tais que:

$$A = R + B \tag{9}$$

$$R\,(r + d) = (d - a)\,A \tag{10}$$

É possível, utilizando qualquer das teorias de impulso de terras, resolver por via analítica o problema da determinação do comprimento que é necessário cravar a estaca para assegurar por parte do terreno reacções A e B de grandezas e posições convenientes. Por virtude de essa via ser muito trabalhosa, e não se prestar ao estudo de duques de Alba de momento de inércia variável, nem quando cravados em terrenos cujos extractos apresentem diferentes propriedades, julga-se aconselhável o cálculo gráfico. Este é, em tudo, semelhante ao das cortinas de estacas-pranchas, apenas com a diferença que se passa a expor.

Quando se estudam cortinas de estacas-pranchas admite-se que elas apenas provocam e recebem impulsos do terreno correspondentes a prismas de terreno com largura igual à das estacas consideradas. Em geral o estudo faz-se para um metro linear de cortina. O problema é assim abordado como se de um problema plano se tratasse, e não existisse atrito nas faces do prisma de terreno em contacto com os prismas vizinhos.

Não é razoável proceder dessa maneira quando se trate de estudar o comportamento de uma estaca isolada ou de um grupo de estacas. Uma estaca que exerça pressão sobre o terreno tenderá, com efeito, não só a deslocar à sua frente um prisma triangular mas também dois tetraedros vizinhos (Dilinger, 1927).

Designemos por φ o ângulo de atrito interno do terreno, e por K_P e K_a os coeficientes que permitem avaliar a resistência e o impulso de maciços terrosos, cujo valor é

$$K_P = tg^2\left(45^o + \frac{\varphi}{2}\right) \tag{11}$$

$$K_a = tg^2\left(45^o - \frac{\varphi}{2}\right) \tag{12}$$

Admitamos que o ângulo β (fig. 32), de acordo com ensaios realizados com areias (Dilinger, 1927), tem um valor da ordem de $\frac{\varphi}{2}$. Poderemos avaliar a reacção que o terreno até à profundidade t opõe a ser deslocado pela soma da força necessária para deslocar o prisma clássico

DKM 2 — O teodolito de triangulação de círculo duplo (leitura directa 1 seg.) com múltiplas possibilidades de emprego: Triangulação II.-IV. ordem. Poligonação de precisão. Medição de distâncias por mira de base de invar ou por equipamento de dupla imagem. Observações astronómicas.

Características especiais:

Óculo de grande alcance de aumento 30X, abertura de 45 mm.

O mais moderno sistema de eixos e de horizontalidade e aperfeiçoada construção do estativo. Operação de centragem muito simples.

Peça o prospecto descritivo do DKM 2.

Kern SWISS

KERN — Instrumentos geodésicos de fama mundial pela perfeição técnica e precisão.

REPRESENTANTES PARA PORTUGAL:

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.ª, L.DA

RUA DE SANTO ANTÓNIO, 137-145 — PORTO — TEL. 20254/5

RUA ANTERO DE QUENTAL, 17-1.º — LISBOA — TEL. 53366

UNILENE

Os tubos de polietileno «UNILENE», os seus acessórios de plástico «UNI-PLAST» e o seu processo de montagem e soldadura estão aprovados pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, para:

CANALIZAÇÕES DE ÁGUA — Proc. 217-III

E

CANALIZAÇÕES DE ESGOTO DOMÉSTICO — Proc. 228-III

UNILENE

SOCIEDADE FABRIL DE MATÉRIAS PLÁSTICAS

PORTO
RUA DO HEROÍSMO, 291
Telef. 5 26 71

LISBOA
RUA DA EMENDA, 19
Telef. 2 04 48

COIMBRA
AV. FERNÃO DE MAGALHÃES, 282
Telef. 2 69 84

($E_P - E_a$), correspondente à diferença dos impulsos passivo e activo, com a força necessária para deslocar os dois tetraedros vizinhos ($2\ E_t$).

$$E = E_P - E_a + 2\,E_t =$$

$$= \frac{1}{2}\,\gamma\,(K_P - K_a)\,bt^2 + 2\,\gamma\,\frac{t}{4} \times \frac{t^2}{3}\,tg^2\left(45^0 + \frac{\varphi}{2}\right)$$

$$= \frac{1}{2}\,\gamma\,(K_P - K_a)\,bt^2 + \gamma\,K_P\,\frac{t^3}{6} \qquad (13)$$

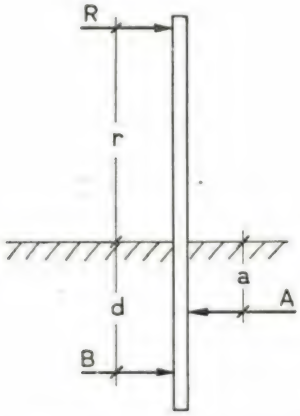


Fig. 31 — Reacções provocadas no terreno por um duque de Alba.

A partir desta expressão é fácil avaliar gràficamente as condições de equilíbrio das estacas de um duque de Alba, e determinar a posição do ponto de momento máximo, qual a grandeza

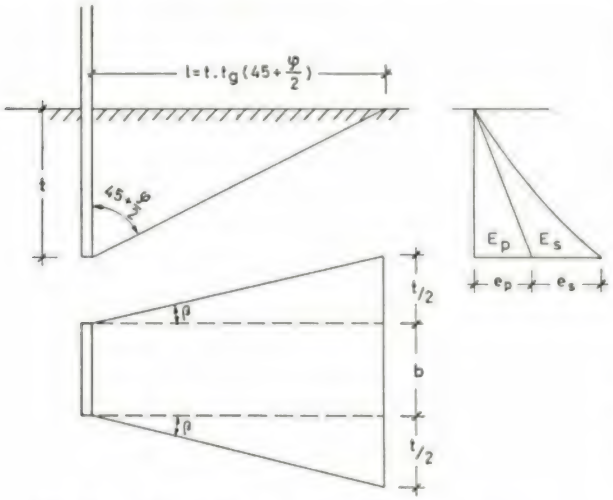


Fig. 32 — Avaliação da reacção que o terreno opõe ao deslocamento de uma estaca ou de um grupo de estacas.

deste, o comprimento necessário para as estacas, e a flexa do topo superior.

Nessa avaliação é usual admitir, tal como no estudo das cortinas de estacas-pranchas, algumas simplificações. Assim substitui-se a força B (fig. 33), resultante do impulso passivo à esquerda, por uma força convencional de igual grandeza aplicada mais acima, precisamente à cota a que a estaca deixa de provocar impulso passivo à direita. Embora destituída de sentido físico, esta substituição facilita consideràvelmente o estudo do equilíbrio do duque de Alba no terreno. Por isso é geralmente adoptada.

Na fig. 34 representa-se a disposição que pode ser dada ao cálculo gráfico de um duque de Alba estudado de acordo com o que acaba de ser exposto.

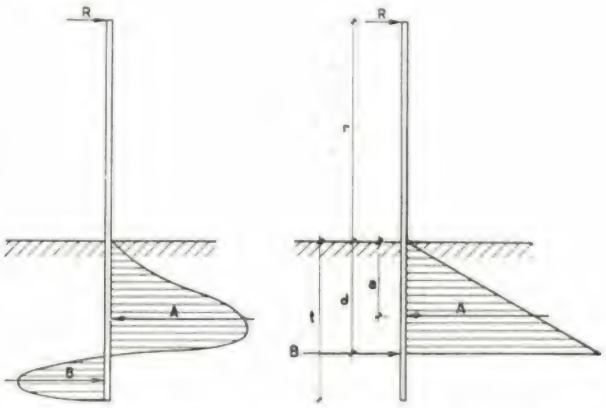


Fig. 33 – Simplificações admitidas na avaliação das reacções do terreno.

Admitindo para baridade do terreno $\gamma = 1{,}0\,t/m^3$, um ângulo de atrito interno $\varphi = 30^0$, e largura de estaca $b = 0{,}9$ m, a expressão (13) toma a forma:

$$E = \frac{1}{2} \times 1\ t/m^3\ (3{,}0 - 0{,}333) \times 0{,}9\ m \times t^2 +$$

$$+ 1{,}0\ t/m^3 \times 3{,}0 \times t^2 = 1{,}2\ t/m^2 \times$$

$$\times\ t^2 + 0{,}5\ t/m^3 \times t^3 \qquad (14)$$

As reacções do terreno em cada uma das camadas, com a espessura de 2,0 m, em que o terreno foi considerado dividido, avaliaram-se por diferença entre valores dados por (14) para profundidades correspondentes às cotas de separação das camadas.

No caso de as estacas de um duque de Alba estarem suficientemente próximas para haver

intersepção dos tetraedros de terreno referidos atrás, e correspondentes a estacas vizinhas, dever-se-á proceder à verificação das condições de equilíbrio entrando nas expressões com um valor b igual à largura total do duque de Alba.

Para solicitações estáticas, ou suficientemente vagarosas para como tais poderem ser consideradas, apenas se deve contar, na avaliação dos impulsos do terreno, com a sua densidade debaixo de água, ou seja a densidade ao ar diminuída da impulsão da água sobre os elementos sólidos.

Para solicitações de muito curta duração, no entanto, poder-se-á admitir para o terreno uma densidade um pouco superior, porquanto o terreno não se deslocará sem levar consigo grande parte da água intersticial. Rissolada (1954) refere que na verificação de duques de Alba destinados à atracação de navios de 60.000 t, em Amesterdão, se admitiu para o terreno a sua densidade ao ar. Isto por ser constituído por areia fina, onde a água encontraria muita dificuldade em circular.

Convém notar que a flexa das estacas dos duques de Alba é sempre superior à avaliada pela forma que acaba de ser indicada. Com efeito, como o encastramento da estaca no terreno é obtido à custa de reacções nele provocadas, e tais reacções só podem ser conseguidas mediante deformação do terreno, a base da estaca rodará sempre um pequeno ângulo. Não é usual, no entanto, proceder à avaliação de tal ângulo, nem à avaliação da sua repercussão no deslocamento da cabeça da estaca.

Àcerca do comportamento de estacas cravadas

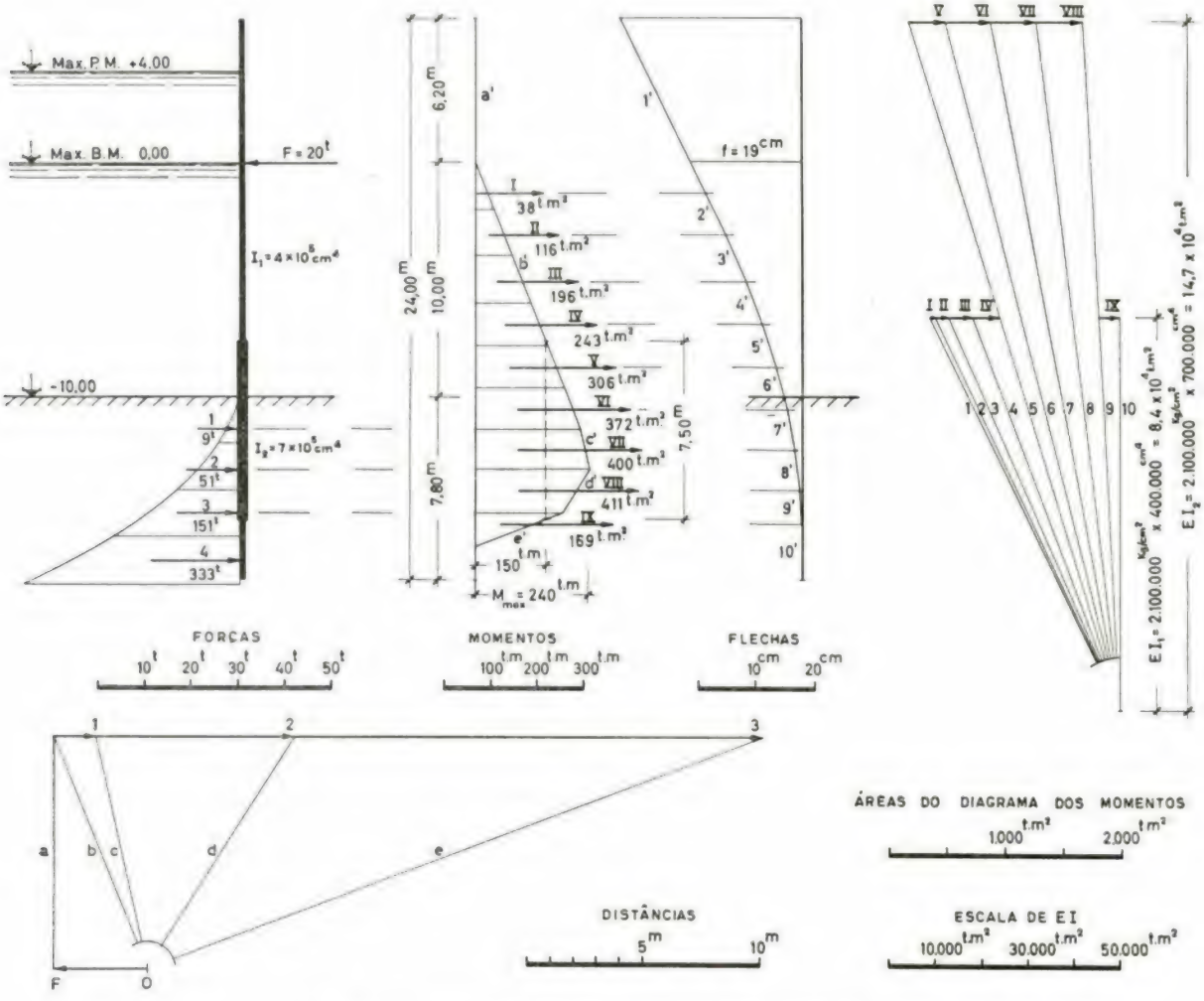


Fig. 34 — Verificação do equilíbrio de um duque de Alba.

no solo e submetidas a cargas horizontais aplicadas nas suas cabeças, é de aconselhar a consulta aos diversos autores que têm abordado o problema do comportamento das bases dos postes de transporte de energia eléctrica, nomeadamente Terzaghi (1945) Infelizmente tais autores não se têm preocupado com a avaliação do deslocamento do topo dos postes.

Sempre que possível, e em particular se o número de duques de Alba a executar for elevado, é de recomendar a realização de ensaios directos, destinados a permitir ajuízar não só

QUADRO III

Flexa (f), reacção (R) e energia cinética $\left(\frac{m\,v^2}{2}\right)$ que pode ser absorvida pela deformação de uma estaca

Fabricante	Tipo da estaca	Peso	$\frac{I_x}{v}$	Distância do ponto a que se dá o choque até à cota a que a estaca se pode considerar como encastrada no terreno								
				h = 8 m			h = 12 m			h = 16 m		
				f	R	$\frac{m.v^2}{2}$	f	R	$\frac{m.v^2}{2}$	f	R	$\frac{m\,v^2}{2}$
		Kg/m	cm³	cm	t	t.m	cm	t	t.m	cm	t	t.m
Duas Larsen soldadas pelos bordos	I	80,0	533	19	1,20	0,11	43	0,80	0,17	76	0,60	0,23
	IIn	97,6	1.050	12	2,36	0,14	26	1,58	0,21	47	1,18	0,27
	IIIn	124,0	1.520	11	3,42	0,19	24	2,28	0,28	44	1,71	0,37
	IVn	148,0	2.080	8,9	4,68	0,21	20	3,12	0,31	36	2,34	0,42
	V	200	3.176	9,3	7,15	0,33	21	4,76	0,50	37	3,57	0,67
	VI	246	4.160	7,3	9,36	0,34	16	6,24	0,51	29	4,68	0,68
Peiner	120	145	2.080	8,5	4,68	0,20	19	3,12	0,30	34	2,34	0,40
	120v	265	3.750	8,0	8,44	0,34	18	5,62	0,51	32	4,22	0,68
	I	187	1.950	12,2	4,39	0,27	27	2,92	0,40	49	2,19	0,53
	II	268	3.120	9,8	7,02	0,34	22	4,68	0,51	39	3,51	0,69
	III	422	11.500	4,7	25,9	0,61	11	17,3	0,92	19	12,9	1,22
	IV	431	10.170	5,4	22,9	0,62	12	15,3	0,93	22	11,4	1,24
Tubos Mannesmann	368×12	105	1.157	9,9	2,60	0,13	22	1,74	0,19	40	1,30	0,26
	×16	139	1.492	9,9	3,36	0,17	22	2,24	0,25	40	1,68	0,33
	470×12	136	1.928	7,8	4,34	0,17	18	2,89	0,25	31	2,17	0,34
	×16	179	2.505	7,8	5,64	0,22	18	3,76	0,33	31	2,82	0,44
	546×14	184	3.034	6,7	6,83	0,23	15	4,55	0,34	27	3,41	0,46
	×18	234	3.816	6,7	8,59	0,29	15	5,72	0,43	27	4,29	0,57
	800×16	325	7.570	4,6	17,0	0,39	10	11,4	0,58	18	8,52	0,78
	×20	400	9.320	4,6	21,0	0,48	10	14,0	0,72	18	10,5	0,96
	1.000×18	458	13.380	3,7	30,1	0,55	8,2	20,0	0,83	15	15,0	1,10
	×22	552	16.160	3,7	36,4	0,67	8,2	24,2	1,00	15	18,2	1,33
	×26	649	18.870	3,7	42,5	0,78	8,2	28,3	1,16	15	21,2	1,55

Na elaboração do Quadro admitiu-se para tensão de segurança do aço 1.800 Kg/cm² e para módulo de elasticidade 2.100.000 Kg/cm².

qual o comportamento das estacas mas também o do terreno. Só assim, conhecendo a verdadeira ordem de grandeza das flexas e das reacções, se poderão projectar duques de Alba com economia e com confiança.

12 — Sugestões para abreviar a escolha de estacas para duques de Alba elásticos

Como as tensões provocadas nas estacas de um duque de Alba dependem não só da massa do navio e da sua velocidade, mas também da elasticidade das próprias estacas, acontece, por vezes, perder-se muito tempo em tentativas infrutíferas na busca do perfil mais adequado à absorção da força viva do navio.

Ao substituir-se um perfil de estaca por outro mais rígido, aumenta-se implicitamente a reacção do duque de Alba e, portanto, o momento flector a que as estacas terão de resistir. Sucede assim, por vezes, aumentarem as tensões no aço quando se substituiu um perfil por outro mais pesado e mais rígido, o que sempre causa perturbação a quem procede aos cálculos.

Sugere-se, por esse motivo, que no dimensionamento de duques de Alba elásticos se comece por escolher, por comparação com outros já projectados, alguns perfis que se julgue poderem ser adoptados e, em seguida, se avalie, para cada um deles, qual o trabalho de deformação que pode ser absorvido por cada estaca. Dividindo a energia cinética do navio por esse trabalho fica determinado o número de estacas necessário ao duque de Alba.

Para facilitar a escolha de estacas para duques de Alba elásticos elaborou-se o quadro III. Dele constam as quantidades de energia cinética que podem ser absorvidas por alguns tipos de estacas do mercado. Tais quantidades foram avaliadas pela expressão (7) indicada no parágrafo 7, tendo admitido $n = 1$. Para avaliar o número de estacas necessário a um duque de Alba, bastará dividir a quantidade de energia cinética do navio, indicada na 3.ª coluna do quadro I, pelo valor indicado no quadro III como podendo ser absorvido pela estaca escolhida.

O quadro III foi elaborado admitindo-se para tensão de segurança do aço 1.800 Kg/cm². Esta ensão é a normalmente adoptada para as estacas fabricadas com o aço St 50. No caso de se pretender utilizar o quadro para a escolha de perfis de aço de alta resistência, os quais podem ser submetidos a tensões consideràvelmente mais elevadas, convirá ter presente que as flexas e as reacções crescem linearmente com as tensões admitidas e que as quantidades de energia que podem ser absorvidas pela deformação das estacas crescem quadráticamente com essas tensões.

Consegue-se, em geral, reduzir o peso de aço adoptando um número elevado de estacas de perfil ligeiro, em vez de um menor número de estacas de perfil mais robusto. A adopção de numerosas estacas, no entanto, implica dificuldades na execução dos tabuleiros e na forma de evitar choques excentricos. Se o perfil adoptado for muito ligeiro, poderão surgir mesmo dificuldades com a sua cravação. Verifica-se actualmente a tendência, por esse motivo, para diminuir o número de estacas dos duques de Alba, ainda que à custa de um pequeno aumento do peso de aço das estacas (Risselada, 1958).

13 — Duques de Alba trabalhando à torção

Como os duques de Alba elásticos absorvem a energia do choque dos navios à custa da deformação do material de que são constituídos, convém dar-lhes formas tais que ao serem chocados todo o seu material seja submetido à maior tensão permissível.

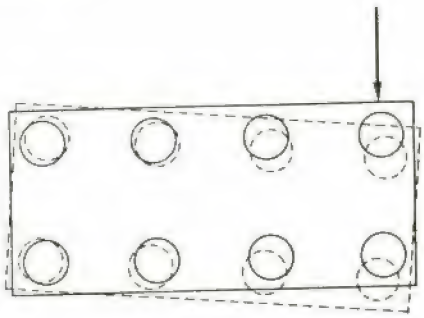


Fig. 35 — Deslocamento do tabuleiro de um duque de Alba ao ser solicitado por uma força excêntrica.

Um duque de Alba elástico composto por estacas de secção constante tem, conforme se disse no número anterior, um peso muito superior ao que seria teòricamente necessário. Decrescendo o momento flector linearmente da base até à sua

cabeça, onde é nulo, a tensão a que fica submetido o material é, em média, metade da tensão permitida. Daí resulta não só mau aproveitamento do material mas também uma inconveniente redução da elasticidade do duque de Alba.

Se fosse possível projectar um duque de Alba circular oco, ou constituído por estacas circulares ocas, em que a energia cinética do navio fosse absorvida apenas pelo trabalho de torção das estacas, esse duque de Alba seria muito económico, pois todo o material poderia ser submetido, da base ao topo das estacas, à tensão máxima permitida. Infelizmente ainda não se encontrou uma disposição satisfatória em que as estacas, ou o próprio duque Alba, sejam submetidos apenas a momentos de torção. Os duques de Alba dos tipos correntemente adoptados ficam submetidos simultâneamente a torção e a flexão, quando contra eles actua uma carga excêntrica. As tensões máximas são então apenas atingidas nas estacas que sofrem maior deslocamento, o que implica um mau aproveitamento de todo o material das restantes estacas (fig. 35).

Convém, por isso, tomar providências para evitar que os duques de Alba sejam submetidos a esforços de torção além dos de flexão. Essas providências podem consistir em dar ao duque de Alba a forma circular em planta ou, no caso de ser rectangular, dispor as defensas de forma que o choque se dê sempre no centro do duque de Alba.

No caso de se terem por inconvenientes tais providências, sugerem-se a utilização do dispositivo indicado por Minnich (1956) para interessar as estacas na torção resultante de choques excêntricos.

14 — Agradecimentos

Contribuiram com valiosas sugestões para a redacção deste artigo os Ex.mcs Srs. Eng.º Frederico Spies, Eng.º José Fiuza Perestrelo e Eng.º Eduardo Lobato Miranda. Aqui lhes expressamos os nossos agradecimentos.

BIBLIOGRAFIA

Dilinger, (1923)
Ueber den Grabewiderstand, Diss. Techn. Hochschule Hannover, 1927 Citado no manual Peiner preparado pelo Dr. Ing. Otto Baer.

Blum, (1932)
Wirtschaftliche Dalbenformen und ihre Berechnung, Bautechnik, 1932, Maio.

Bayer, Karl (1940)
Untersuchungen an Dalben, Berlin, Wilhelm Ernst.

Terzaghi, Karl (1945)
Theoretical Soil Mechanics, New York, John Wiley, 1945.

Little, D. H. (1946)
Some Dolphins Designs
Journal of the Inst. C. E., Novembro de 1946, pg. 48.

Terzaghi, Karl, & Ralph B. Peck (1948)
Soil Mechanics in Engineering Practice, New York, John Wiley, 1948.

Minikin, (1950)
Winds, Waves and Maritime Structures, London

Ryselbergue, L. van e L. Descans (1951)
Ducs d'Albe en palplanches métaliques, Ann. des Travaux publics de Belgique, Junho 1951 e l'Ossature Métalique, Novembro 1951.

Baker, A. L. L. (1953)
Relatório apresentado no XVIII Congresso Internacional de Navegação, Secção II, Questão 2, Roma, 1953.

Costa, F. Vasco (1953)
Relatório apresentado no XVIII Congresso Internacional de Navegação, Secção II, Questão 2, Roma, 1953.

Sander, von O. (1953)
Berechnung von Stahldalben bei Stossbeanspruchung, Schiff und Hafen, Janeiro 1959.

Callet, P. (1953)
Relatório apresentado no XVIII Congresso Internacional de Navegação, Secção II, Questão 2, Roma, 1953.

Ayers, J. R. e R. C, Stokes (1953)
Relatório apresentado no XVIII Congresso Internacional de Navegação, Secção II, Questão 2, Roma, 1953.

Descans, L. e L. de Kesel (1953)
Relatório apresentado no XVIII Congresso Internacional de Navegação, Secção II, Questão 2, Roma, 1953.

Risselada, T. S. (1954)
Dolphins at Port of Amsterdam.
Dock and Harbour Authority, Junho 1954.

Baer, Dr. Ing. Otto (1955)
Peiner Kastenspundwand
Hüttenwerke Ilsede - Péine (Hannover) 1955.

Grim, O. (1955)
Das Schiff und der Dalben
Schiff und Hafen, Setembro 1955.

Minnich, Hugo (1956)
The Torsion-Resisting Steel Dolphins
The Dock and Harbour Authority, Julho 1956, pg. 81.

Costa, F. Vasco (1956)
Estacas para Fundações
Livraria Luso-Espanhola e Brasileira, Rio de Janeiro, 1956.

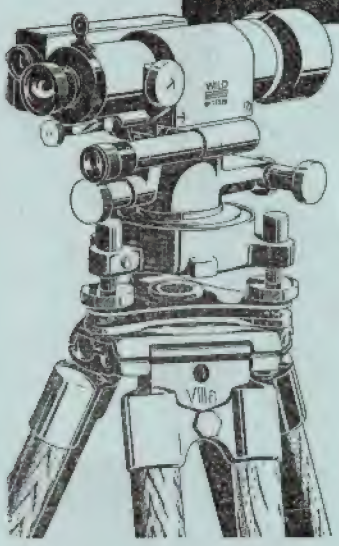
Jamm, W. e A Ulpe (1957)
Tank Ship Unloading Installation in the Adriatic Sea, Hansa, Vol. 94, No. 50/51, Dezembro 1957.

Risselada, T. S. (1958)
Flexible Steal Dolphins and Kindred Structures
Dock and Harbour Authority, Junho 1958.

Chapon, J. (1958)
Construction des Ducs d'Albe métalliques dans le Port de Rouen
Travaux, Maio de 1958, pg. 383.

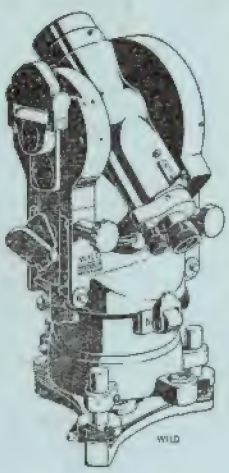
WILD
HEERBRUGG

a marca suiça
de fama mundial



NÍVEIS E TEODOLITOS

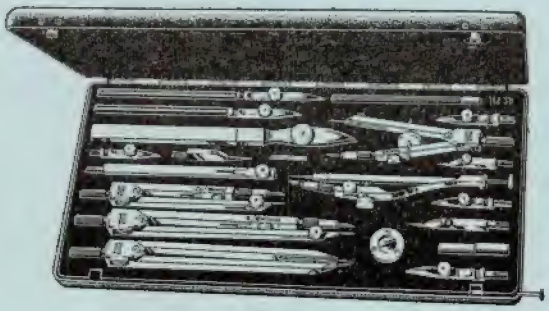
de construção moderna
para todos os fins



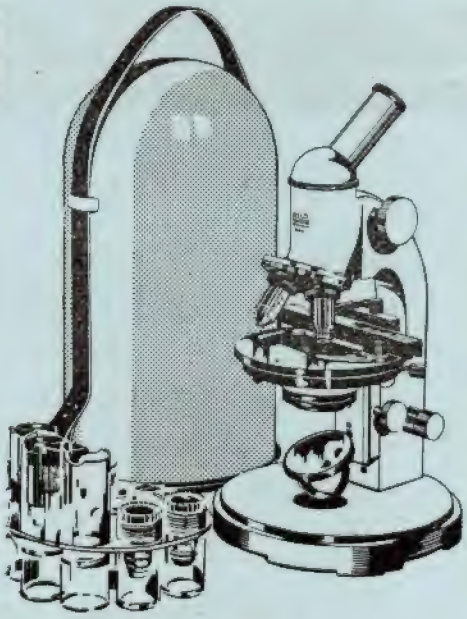
MICROSCÓPIOS

com equipamentos para todos
os trabalhos de microscopia

WILD
HEERBRUGG

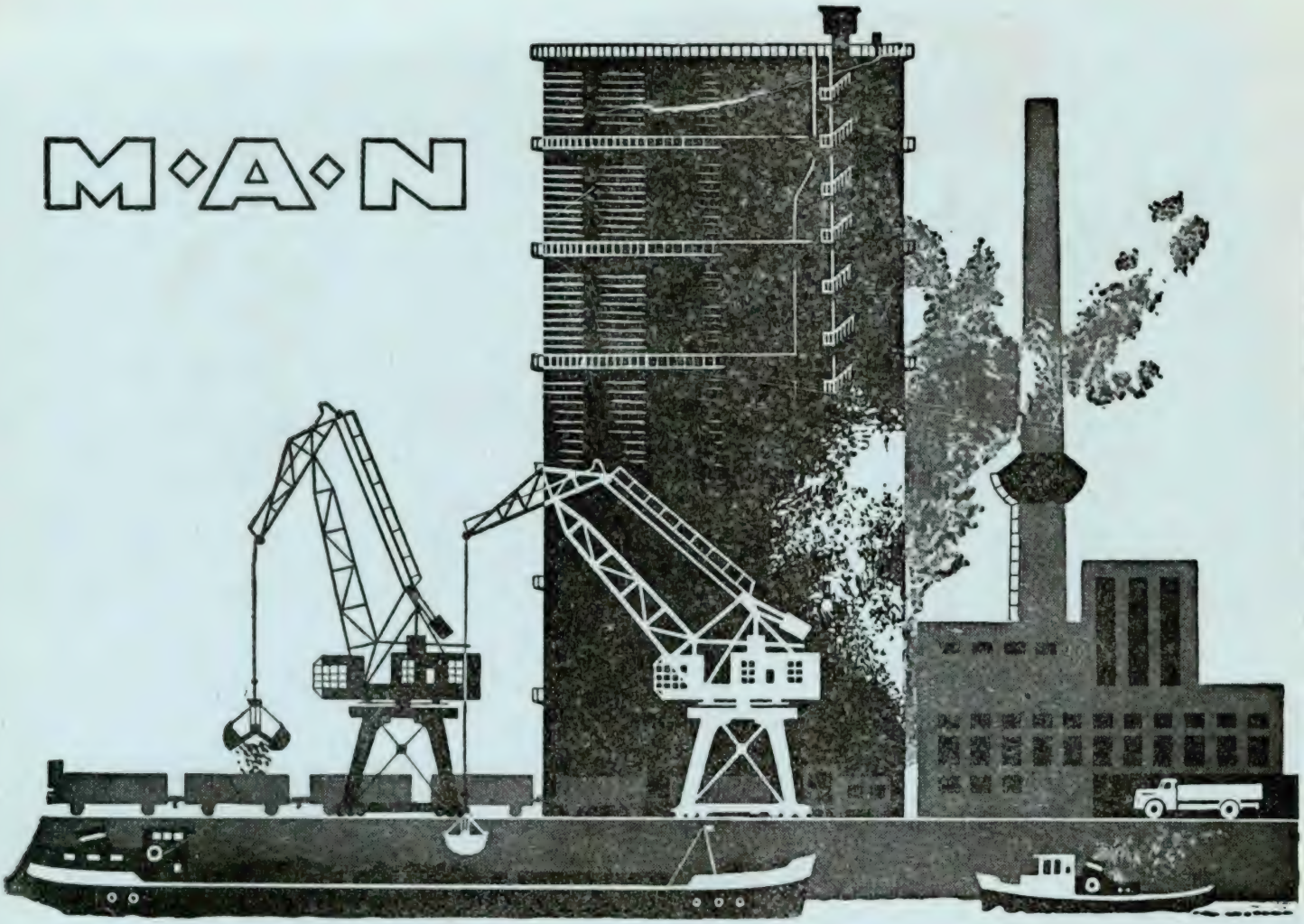


Estojos de desenho **Wild**
Únicos de aço crómio inoxidável



REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

WILD PORTUGAL, LDA. PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8 S/L 6
LISBOA — TELEF. 68 11 27



MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NURNBERG A·G · WERK NURNBERG

INSTALAÇÃO DE FORÇA MOTRIZ A VAPOR · INSTALAÇÕES DE FORÇA MOTRIZ A GÁS · GUINDASTES E TRANSPORTADORES · MATERIAL CIRCULANTE FERROVIÁRIO · MÁQUINAS PARA ENSAIOS DE MATERIAIS · INSTALAÇÕES DE CONDICIONAMENTO DE AR · PONTES DE AÇO · INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE AÇO · CONSTRUÇÕES METÁLICAS · BOMBAS · GASÓMETROS · CALDEIRAS A VAPOR CANALIZAÇÕES DE AÇO · MOTORES DIESEL TERRESTRES E MARÍTIMOS

REPRESENTAÇÃO GERAL PARA PORTUGAL E ULTRAMAR

INDUMA

MÁQUINAS INDUSTRIAIS LIMITADA
AVENIDA ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, 88-3.º · LISBOA

C. D. U. 545.82 : 546.77

NOVO MÉTODO DE DOSAGEM DO MOLIBDÉNIO

FRAÚSTO DA SILVA
Assistente do I. S. T.
Bolseiro do I. A. C. (C. E. E. N.)

E LEGRAND DE MOURA
Bolseiro do I. A. C. (C. E. E. N.)

SUMÁRIO

Apresenta-se um novo método para a determinação espectrofotométrica de pequenas quantidades de molibdénio, baseado na formação de um complexo còrado com a difenilcarbazona. O complexo é extractável com solventes orgânicos e o método descrito permite dosear 5 — 25 μg/ml do elemento.

SUMMARY

A new method for the spectrophotometric determination of molybdenum is presented. It is possible to determine 5 — 25 μg/ml of the element by selecting the convenient conditions for extracting its diphenylcarbazone complex with organic solvents.

Introdução

No decorrer de um estudo sobre os complexos da difenilcarbazona deparámos com alguns casos de aplicação técnica bastante prometedora; um deles é objecto do presente método e outro refere-se à dosagem do antimónio em certas ligas metálicas.

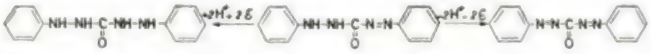
As possibilidades da difenilcarbazona como reagente analítico não são tão vastas como as da difeniltiocarbazona; no entanto têm sido excessivamente descuradas e o mecanismo das reacções em que participa é ainda parcialmente desconhecido. A reacção mais estudada é talvez a do cromato-difenilcarbazida, aliás difenilcarbazona, para a qual no entanto têm sido propostas as explicações mais dispares (1, 2, 3, 4).

Pròpriamente a difenilcarbazona tem sido utilizada para dosagem do mercúrio, de cloretos — consequência da anterior —, do germânio, e, ao tempo em que escrevemos estas linhas, para determinação de ultra-micro quantidades de cobre em líquidos biológicos. Os casos por nós estudados são de índole diferente, tendo-nos permitido conclusões aceitáveis para os mecanismos reaccionais, inclusive explicando a reacção, ou melhor, reacções do cromato, acima referidas (5).

I. Aspectos qualitativos da reacção

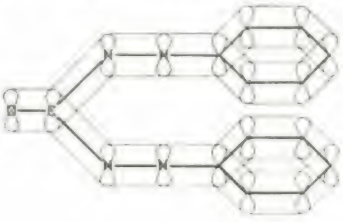
A difenilcarbazona dá com um grande número de iões uma coloração vermelha viva, afectada pelo pH e só verificada para certos estados de valência desses iões. Trata-se pois, primàriamente, de uma reacção redox, mas o facto de que nenhum dos produtos de redução ou oxidação do reagente seja còrado leva a supor que se dará uma reacção secundária responsável pela cor, possìvelmente uma complexação entre os produtos de reacção ou entre estes e os reagentes.

Os sistemas redox de defenilcarbazona são:



difenilcarbazida — difenilcarbazona — difenilcarbadiazona

A utilização de formas oxidadas — cromato, molibdato, vanadato — elimina a difenilcarbazida como agente complexante e por outro lado a difenilcarbadiazona não dá complexos còrados (6), o que se compreende verificando que na verdade se trata de um composto estabilizado por ressonância:



Então é com toda a probabilidade o excesso de difenilcarbazona o agente complexante responsável pela reacção còrada. Para o leitor interessado neste aspecto aconselhamos os trabalhos (1), (2) e (5) indicados na bibliografia.

A cor desenvolvida torna-se muito mais intensa quando extraída com certos solventes orgânicos tais como o álcool amílico, o acetato de isoamilo e outros. É este facto que nos leva a estudar a técnica de extracção como mais adequada à utilização analítica do método, tanto mais que nestas condições o complexo análogo de crómio não interfere sensìvelmente.

II. Parte experimental

1. *Reagentes e aparelhagem*

Neste trabalho utilizaram-se apenas reagentes «pro analisis»: difenilcarbazona, VO_3 Na. 4 OH_2, Mo_7 O_{24} Am_6. 4 OH_2 e SO_4 H_2 todos da casa Merck.

Utilizou-se como solvente orgânico para extracção o álcool isoamílico «prático» «Paragon», prèviamente destilado. Todas as soluções foram preparadas com água bidestilada e aferidas por titulação volumétrica.

As medições foram efectuadas num aparelho «Beckman», modelo B, usando células de corex de 1 cm sem correcção. Quando não se especifique devem entender-se os valores como obtidos na sensibilidade 2.

2. *Curva de absorção*

Para determinar a variação de absorvância com o comprimento de onda da luz incidente usou-se a seguinte técnica: tomou-se 1 ml de uma solução de molibdato de amónio contendo cerca de 25 $\gamma/_{ml}$ de Mo^{VI}, adicionou-se 1 ml de SO_4 H_2 0,1 N, deixou-se repousar 5 minutos e extraiu-se a mistura com 10 ml de uma solução 0,0025 M de difenilcarbazona em álcool isoamílico. O tempo de extracção foi de 30 segundos; a emulsão repousou durante 5 minutos após o que se decantou a fase orgânica e se centrifugou para obter uma solução límpida. Com esta técnica obtêm-se resultados reprodutíveis excelentes.

Dado que o reagente absorve fortemente na zona do visível torna-se necessário conduzir ao mesmo tempo um ensaio em branco com água bidestilada. Apresentam-se no quadro I os valores obtidos.

QUADRO I

Comprimento de onda	Absorvância		
λ mμ	c/ Mo	«Branco»	Diferença
400	0,66	0,615	0,045
410	0,60	0,54	0,06
420	0,59	0,52	0,07
430	0,58	0,50	0,08
440	0,58	0,49	0,09
450	0,60	0,48	0,12
460	0,63	0,46	0,17
470	0,65	0,44	0,21
480	0,68	0,41	0,27
490	0,70	0,365	0,335
500	0,72	0,32	0,40
510	0,74	0,275	0,465
520	0,75	0,24	0,52
530	0,78	0,22	0,56
540	0,77	0,205	0,565
550	0,72	0,195	0,525
560	0,64	0,18	0,46
570	0,54	0,16	0,38
580	0,415	0,125	0,29
590	0,29	0,065	0,215
600	0,125	0,05	0,125

Com estes valores construímos a curva da figura 1 onde se nota um máximo de absorção para um comprimento de onda de aproximadamente 540 mμ.

Devemos desde já fazer notar que este máximo é precisamente o mesmo que determinámos para o complexo vanadato-difenilcarbazona e já conhecido para o complexo cromato-difenilcarbazida. Isto é mais uma prova de que os complexos são da mesma natureza e todos devidos a reacções com a difenilcarbazona. No trabalho que indicámos — (5) — demonstramos esta afirmação e justificamos algumas disparidades dos valores encontrados na literatura, admitindo uma possível existência de dois complexos diferentes para o crómio-difenilcarbazona.

Voltaremos a este assunto na alínea dedicada às interferências. O estudo das restantes variáveis operatórias será agora efectuado por comparação

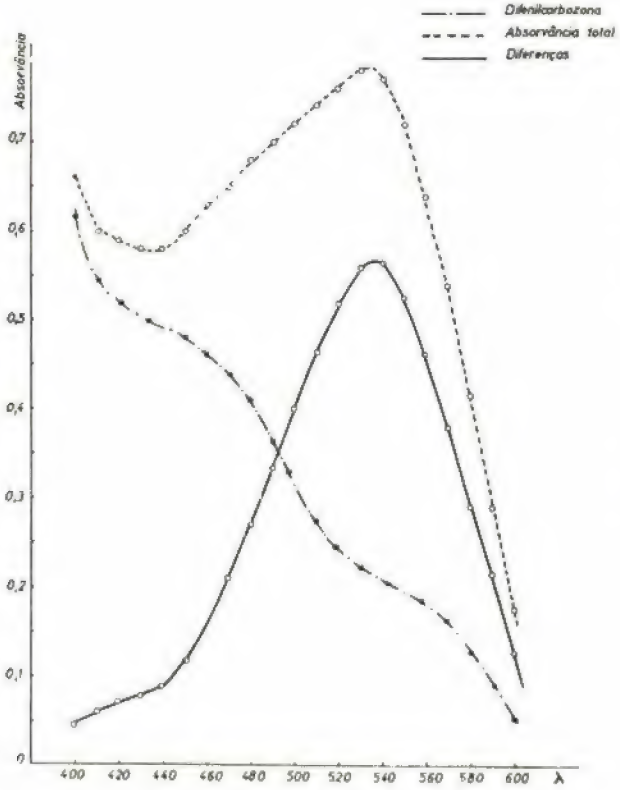


Fig. 1

de valores obtidos a 540 mμ, comprimento de onda onde se verifica a estacionaridade.

3. *Influência do tempo de extracção*

Com a técnica acima descrita e para determinar o tempo necessário ao estabelecimento do equilíbrio na extracção conduziram-se os ensaios indicados no Quadro II cuja representação grá-

QUADRO II

Tempo de extracção — segundos —	Absorvância (dif.al)
10	0,58
20	0,60
30	0,67
40	0,675
50	0,675
60	0,675

fica constitui a figura 2. O equilíbrio estabelece-se, como se vê, após 30-40 segundos de extracção, valor que manteremos nas restantes determinações.

4. *Quantitatividade da extracção*

A extracção, realizada nas condições já mencionadas, é quantitativa com duas operações sucessivas, mas dada a constância do coeficiente de distribuição do complexo entre a fase orgânica e a fase aquosa, basta-nos, para fins analíticos, realizar apenas uma extracção como temos feito até aqui.

5. *Concentração do reagente*

O aumento de concentração da difenilcarbazona aumenta a sensibilidade do método. Este efeito é próprio da técnica de extracção usada, visto não se verificar quando o reagente se utiliza

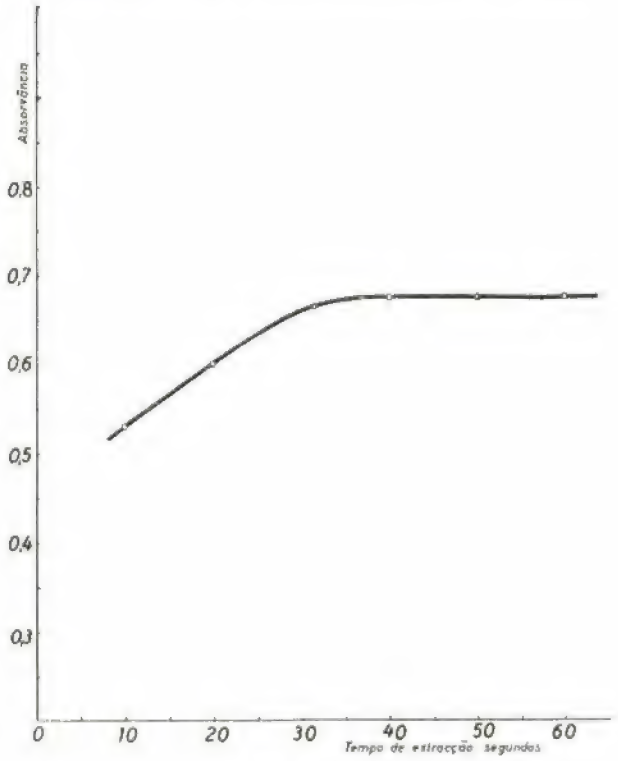


Fig. 2

dissolvido em alcool etílico. Como neste caso a sensibilidade é menor não é possível estabelecer relações quantitativas e só nos é dado afirmar que o aumento da concentração do reagente na fase orgânica favorece o coeficiente de distribuição do complexo em favor desta. Claro que em

face da técnica usada — difenilcarbazona dissolvida em acetato de isoamilo como extractante — a afirmação anterior equivale a afirmar que a reacção se realiza em maior grau.

Os valores obtidos com estes ensaios apresentam-se no Quadro III e gràficamente na figura 3. Para realizar os ensaios em iguais condições toma-se 1 ml de solução com cerca de 25 γ Mo^{VI}/ml, adiciona-se 1 ml. de SO_4H_2 N/10 e extrai-se com x ml. da solução 0,0025 M de difenilcarbazona em acetato de isoamilo e (10-x) ml. de acetato de isoamilo puro.

QUADRO III

x	Absorvância		
	c/ Mo	«Branco»	Diferenças
2	0,24	0,04	0,20
4	0,37	0,07	0,30
6	0,54	0,105	0,435
8	0,63	0,145	0,485
10	0,72	0,18	0,54

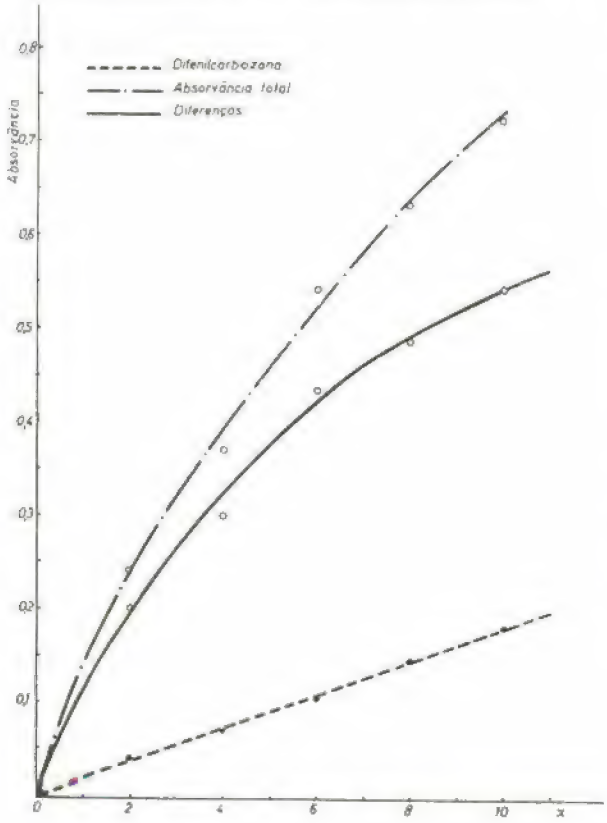


Fig. 3

6. *Efeito salino*

Para verificar a influência da quantidade dos sais existentes numa toma prática para análise sobre a extracção do complexo, realizaram-se ensaios com uma solução de cloreto de amónio a 40 %. Toma-se 1 ml. de solução com cerca de 25 γ Mo^{VI}/ml., adicionam-se-lhe 1 ml. de SO_4H_2 N/10, x ml. de uma solução de Cl Am a 40 % e (3-x) ml. OH_2 destilada; extrai-se o total com 10 ml. da solução do reagente. Os resultados obtidos apresentam-se no Quadro IV e na figura 4.

QUADRO IV

x ml de ClAm 40 %	Absorvância		
	c/ Mo	«Branco»	Diferenças
0	0,66	0,22	0,44
0,5	0,62	0,185	0,435
1,0	0,64	0,19	0,45
1,5	0,63	0,18	0,45
2,0	0,66	0,18	0,48
2,5	0,66	0,175	0,485
3,0	0,72	0,175	0,545

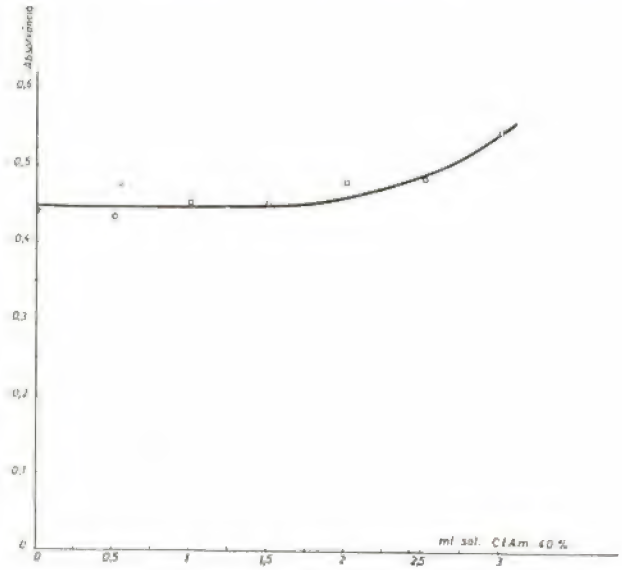


Fig. 4

Como se vê a absorvância aumenta ligeiramente, mantendo-se no entanto constante numa zona bastante larga de concentrações, certamente

superiores às de prever nas análises de rotina. O efeito salino não é pois de considerar, o que constitui uma vantagem apreciável.

7. *Efeito do pH e interferências*

Dissemos no início deste trabalho que o desenvolvimento de coloração dependia do pH das soluções; com efeito esta influência é das mais importantes não só pelas consequências que implica — fixação de uma acidez óptima para extracção — como também pela possibilidade que deixa antever da eliminação de grande número de interferências. Na verdade, para um pH inferior a cerca de 4 apenas alguns elementos interferem, nomeadamente o vanádio, o crómio, o antimónio e o estanho, sendo a interferência deste último devido ao poder redutor do ião Sn^{++}. De qualquer modo, estes dois últimos elementos não são correntes nos aços especiais, e interessa-nos especialmente considerar os casosdo crómio e do vanádio.

Conforme outros investigadores verificaram (2,3) o complexo do cromato com a difenilcarbazona não é fàcilmente extractável — o que confirma a nossa hipótese sobre estes complexos (5) — e dado que o Cr^{+3} não interfere e o Cr^{+2} é muito instável, esta interferência só tem significado quando o crómio ocorra em percentagem elevada.

Resta o caso do vanádio que se tornará evidente ante os valores que apresentamos no Quadro V e, mais claramente, na figura 5.

QUADRO V

x	Absorvância				
	c/ Mo	c/ Va	Branco	Diferenças	
				Mo	V
0	0,54	2,00	0,315	0,225	1,685
0,1	0,85	0,64	0,19	0,66	0,45
0,2	0,825	0,22	0,19	0,63	0,03
0,3	0,74	0,20	0,18	0,56	0,02
0,4	0,73	0,20	0,18	0,55	0,02
0,5	0,70	0,195	0,18	0,52	0,015
1,0	0,55	0,185	0,175	0,375	0,01
2,0	0,46	0,18	0,17	0,29	0,01

Estes valores foram obtidos tomando 1 ml da solução contendo cerca de 25 γ de molibdénio ou vanádio por ml., adicionando 1 ml. de SO_4H_2 xN e extraindo com 10 ml. da solução 0,0025 M de difenilcarbazona em acetato de isoamilo.

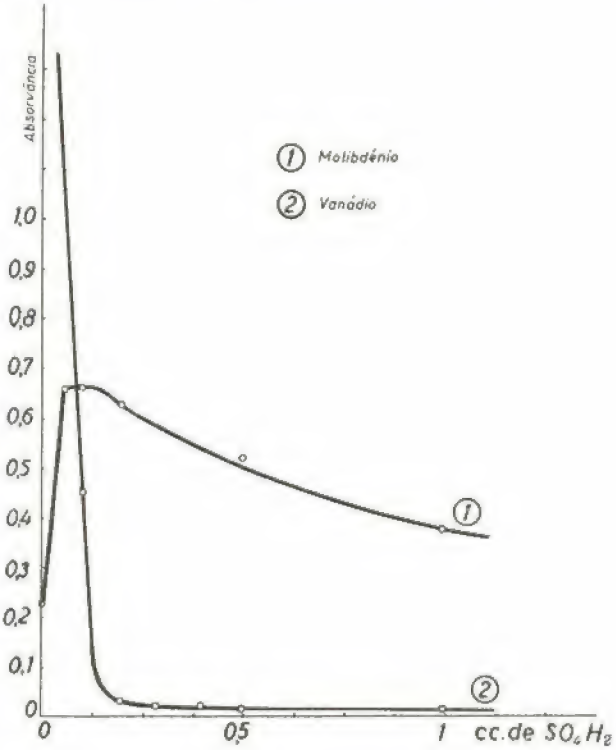


Fig. 5

Como se vê, a curva referente ao molibdénio apresenta um pequeno patamar, posteriormente verificado, enquanto que para o vanádio a estabilidade diminui ràpidamente tornando-se a absorvância pràticamente desprezável para uma concentração de SO_4H_2 de 0,2-0,3 N, o que corresponde a uma concentração real na solução a extrair de 0,1 — 0,15 N em SO_4H_2.

O patamar da curva do molibdénio corresponde a uma zona de pH 1-2, valores entre os quais se devem realizar as medições. A técnica que temos usado utiliza o ponto central do patamar, o que mais «segurança» oferece.

Deste ensaio tiram-se duas conclusões importantes: primeiro, que é muito difícil adaptar este método à dosagem do vanádio dada a dificuldade de tamponizar soluções de pH tão baixo; segundo, que é possível eliminar a interferência do vanádio na dosagem do molibdénio, desde que a quantidade daquele elemento não seja superior à deste,

apenas por regulação do pH de extracção. A um pH ligeiramente inferior a 1 este método é pràticamente específico para o molibdénio, dada a ausência de antimónio e estanho, caso mais vulgar nos aços especiais. Esta é a maior vantagem do método proposto sobre os correntemente utilizados.

8. *Estabilidade da cor e interferências*

A cor é estável até pelo menos uma hora após a extracção, se não estiverem presentes quantidades apreciáveis de substâncias que possam afectar o reagente, nomeadamente oxidantes ou redutores fortes. A presença de pequenas quantidades de sais neutros não afecta a extracção e como aniões interferentes há a apontar apenas os que complexam o molibdénio, como o oxalato, tartarato, etc.

9. *Escala Absorvâncias-concentrações*

Com base no estudo anterior definimos as condições óptimas de trabalho seguintes :

1. *Ausência de vanádio*

Tomar 1 ml de solução, adicionar 1 mililitro de SO_4H_2 0,1 N e deixar repousar 1 minuto. Extrair com 10 ml de uma solução 0,0025 M de difenilcarbazona em acetato de isoamilo durante 30 segundos. Deixar repousar 5 minutos, decantar a fase orgânica e centrifugá-la durante 2 minutos. Obtém-se uma solução perfeitamente límpida que se pode ler imediatamente no espectrofotómetro para um comprimento de onda $\lambda = 540$ mμ.

2. *Presença de vanádio*

Usar um processo idêntico mas com ácido sulfúrico de concentração superior: 0,5 N.

Utilizando esta técnica obtivemos as escalas da figura 6, para os dois casos previstos.

É de notar que, dada a variação de absorvância com a concentração do reagente, se torna necessário refazer periòdicamente a escala, em especial quando se preparam novas soluções.

É sempre de aconselhar também conduzir simultâneamente com cada amostra desconhecida um ensaio com uma toma padrão. Nestas condições o método proposto dá resultados absolutamente satisfatórios. Para maior rigor das determinações quando o vanádio está presente, pode realizar-se uma separação prévia.

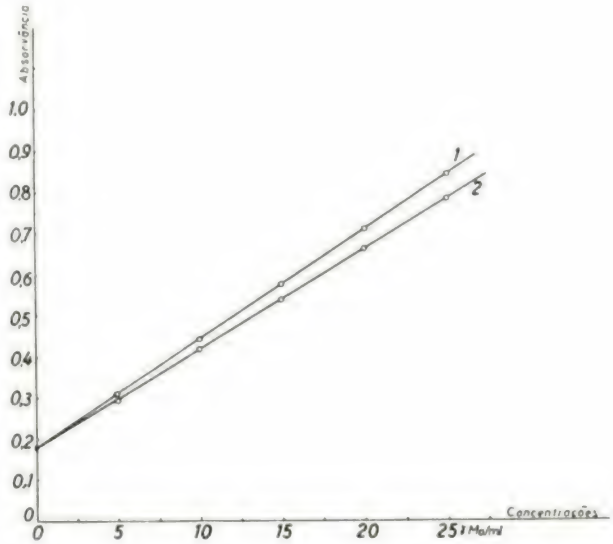


Fig. 6

Em apêndice exemplifica-se uma análise de aços especiais com separação do vanádio e apresentam-se resultados obtidos por este método em duas amostras analisadas na origem pelos métodos usuais.

Apêndice: *Análise de aços especiais*

O método seguido é uma adaptação dos processos de rotina utilizados para a preparação de soluções destinadas à análise colorimétrica dos aços especiais (7, 8).

A — *Ausência de tungsténio*

Atacar 0,200 — 0,500 gr. da amostra num copo de 250 ml com 10 — 15 ml de NO_3H 1:1, deixando reagir a frio; diluir um pouco e levar à secura. Repetir o ataque com mais 10 — 15 ml de NO_3H 1:1 e levar novamente à secura. Desagregar o resíduo com NO_3H e ClH diluídos — 1:4 — e a quente; filtrar e lavar o filtro. Ao líquido filtrado juntar amónia pouco a pouco até ligeiro excesso; ferver, deixar repousar e filtrar. Solubilizar o precipitado de hidróxidos com o mínimo de ClH ou NO_3H dil. e reprecipitá-los do mesmo modo. Reunir os filtrados que contêm todo o molibdénio, levar à secura e eli-

minar a maior parte dos sais de amónio com NO_3H.

Retomar com água amoniacal, perfazer um volume adequado e aplicar o método anteriormente descrito.

Para pequenas quantidades de crómio e vanádio é evidentemente desnecessária a precipitação com amónia.

B — *Presença de tungsténio*

A diferença de tratamento reside no facto conhecido de que o ácido túngstico pode arrastar consigo pequenas quantidades de molibdénio.

Neste caso ataca-se o aço tal como para os minérios de tungsténio, isto é, com água régia e depois ácido clorídrico. Filtra-se e reserva-se o filtrado; o resíduo de ácido túngstico lava-se bem e dissolve-se em OHNa a 5 %; neutraliza-se com SO_4H_2 a 5 % e juntam-se 5 gr. de ácido tartárico após o que se faz passar SH_2. Filtra-se o precipitado formado e dissolve-se em ClH ou NO_3H; junta-se nas duas fracções uma pequena quantidade de Cl_3F_e a 10 %, precipitam-se os hidróxidos com amónia, dissolvem-se e reprecipitam-se como anteriormente. Reunem-se todas as fracções contendo molibdénio, elimina-se a maior parte dos sais de amónio e retoma-se o resíduo com água amoniacal, perfazendo um volume conveniente. Aplica-se então o método descrito.

Aplicando as técnicas descritas a dois aços especiais obtiveram-se os seguintes resultados:

Amostra	Percentagem indicada	Resultados obtidos
British Chem. Standard Aço carbono 0,6 %	0,01 %	0,01 %
Aço Cr-V Amostra 224	$<$ 0,01 %	0,006 %

BIBLIOGRAFIA

1) M. Bose, Anal. Chim. Acta *10*, 201-221 (1954).
2) Ronald T. Pflaum and Lester C. Howick, JACS *78* 4862 (1956).
3) F. Feigl; Spot Tests, vol. I, Elsevier (1954).
4) Babko e Paliî., Zhur, Anal. Khim. *5*. 272 (1950)
5) Fraústo da Silva *et alia*, a publicar.
6) P. Düllberg, Z. phys. chem. *45*, 129, (1903).
7) Lundell, Hoffman, Bright: Chemical Analysis of Iron and Steel., John Wiley & Sons., (1931).
8 G. Gavioli: Metodi di Analisi Chimica Siderurgica, Editore Ulrico Hoepli — Milano (1947).

Os autores agradecem ao Ex.mo Sr. Professor Herculano de Carvalho as úteis discussões e o apoio recebido durante a realização deste trabalho. Agradecem igualmente aos colegas Eduardo Reis, Jorge Calado, João Conte e Manuel Fortes a útil colaboração em alguns ensaios e em especial à Metalúrgica Duarte Ferreira a amável cedência de amostras analisadas de aços especiais utilizadas no estudo incluído em apêndice.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 92,0 % dos totais do País.*

MARÇO

I — Breve nota mensal

Sob o ponto de vista hidrológico, o mês de Março apresentou-se, no conjunto, bastante acima da média.

No dia 29, o 1.º grupo (50 MW) da central térmica da Tapada do Outeiro entrou, pela 1.ª vez, em paralelo com a Rede.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1958	1959	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	212,9	235,8	+ 11
Produção térmica (P_t)	0,0	0,0	0
Produção total (P_T)	212,9	235,8	+ 11
Cons. não perman. (C_{np}) (1)	54,3	63,6	+ 17
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	148,0	166,7	+12,6 (2)
Consumo total (C_T) . . . . (1)	202,3	230,3	+ 14

b) Acumulados desde 1 de Janeiro de 1959

	1958	1959	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	539,9	711,5	+ 32
Produção térmica (P_t)	39,2	0,0	—100
Produção total (P_T)	579,1	711,5	+ 23
Cons. não perman. (C_{np}) (1)	106,4	183,9	+ 73
Cons. permanentes (C_p). . . (1)	445,7	505,1	+13,3 (2)
Consumo total (C_T) . . . . . (1)	552,1	689,0	+ 25

Notas:

(1) Vidé nota referente a Jan. 1959.

(2) O aumento percentual dos consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, foi respectivamente de 14,0 e 13,4 %.

III — Diagrama de carga dos dias característicos

	4.ª feira:	
	19-3-958	18-3-959
Produção hidráulica (P_h) — MWh	7.283	8.041
Produção térmica (P_t) — MWh. .	0	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	7.283	8.041
Produção para consumos não permanentes — MWh.	—	1.998
Utilização da ponta (U) — horas	17,5	17,6
Factor de carga (a)	0,73	0,73
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,42	0,45

2.3.-DIAGRAMAS DE CARGA DOS DIAS CARACTERÍSTICOS

III — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês	
	GWh	% (1)
Paradela	219,5	98,7
Venda Nova	122,5	95,7
Salamonde	25,5	92,4
Caniçada	31,4	94,9
Guilhofrei	8,3	100,0
Lagoa Comprida	31,7 (2)	100,0
Santa Luzia	58,0	94,2
Cabril	326,6	96,3
Castelo do Bode	157,1	96,4
Pracana	12,8	99,2
Póvoa	13,1 (3)	100,0
Total . . .	1.006,5	96,5

Notas:

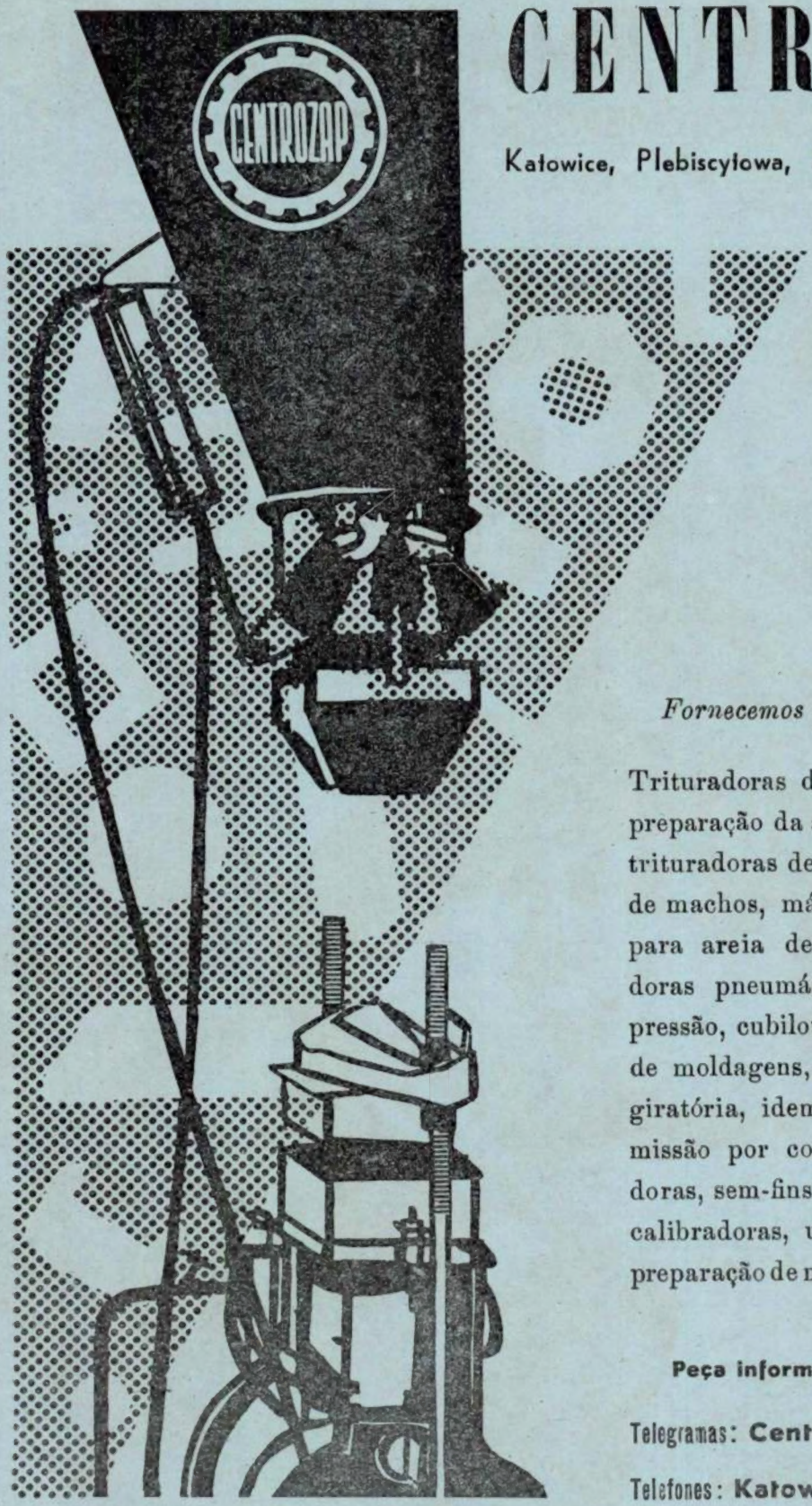
(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 2,3 Gwh armazenados em Vale do Rossim no fim do mês.

(3) Inclui 2,7 Gwh armazenados no açude do Poio no fim do mês.

CENTROZAP

Katowice, Plebiscytowa, 36 — POLÓNIA



Exporta máquinas para fundição de construção simples e manejo fácil

Fornecemos principalmente:

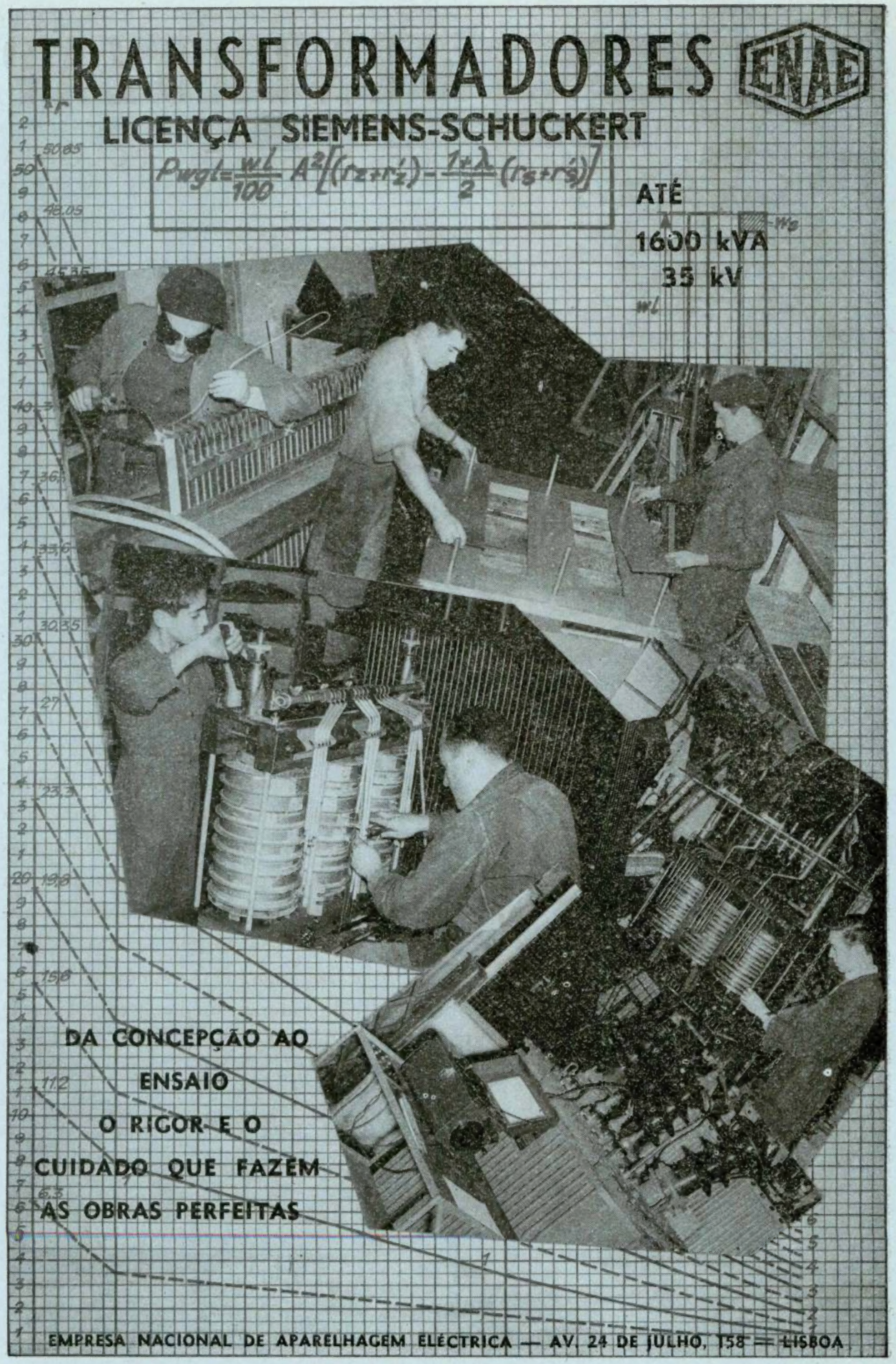
Trituradoras de mós verticais para preparação da areia para moldagens, trituradoras de areia para moldagem de machos, máquinas enformadoras para areia de moldagem, trituradoras pneumáticas, de vibração e pressão, cubilotes, cubas limpadores de moldagens, limpadoras de mesa giratória, idem de turbina e transmissão por correia, grelhas vibradoras, sem-fins para peças moldadas, calibradoras, unidades completas de preparação de matérias de moldagem.

Peça informações a:

Telegramas: **Centrozap Katowice**

Telefones: **Katowice 369-81, 329-61**

Não deixem de visitar o nosso STAND na Feira Internacional de Poznań, de 7 a 21 de Junho de 1959


TRANSFORMADORES
ENAE
LICENÇA SIEMENS-SCHUCKERT
ATÉ
1600 kVA
35 kV
DA CONCEPÇÃO AO
ENSAIO
O RIGOR E O
CUIDADO QUE FAZEM
AS OBRAS PERFEITAS
EMPRESA NACIONAL DE APARELHAGEM ELÉCTRICA — AV. 24 DE JULHO, 158 — LISBOA